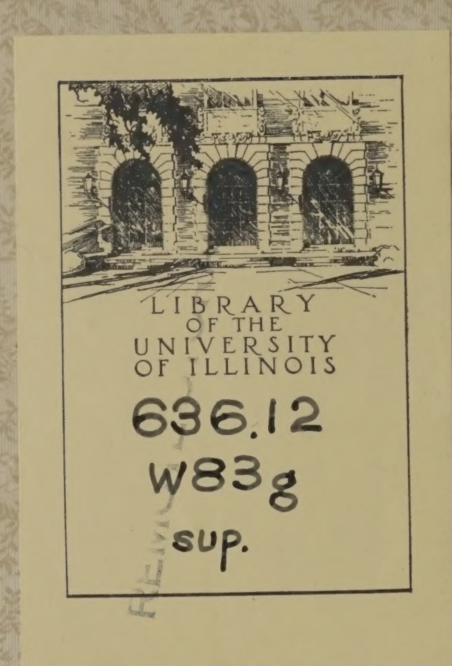
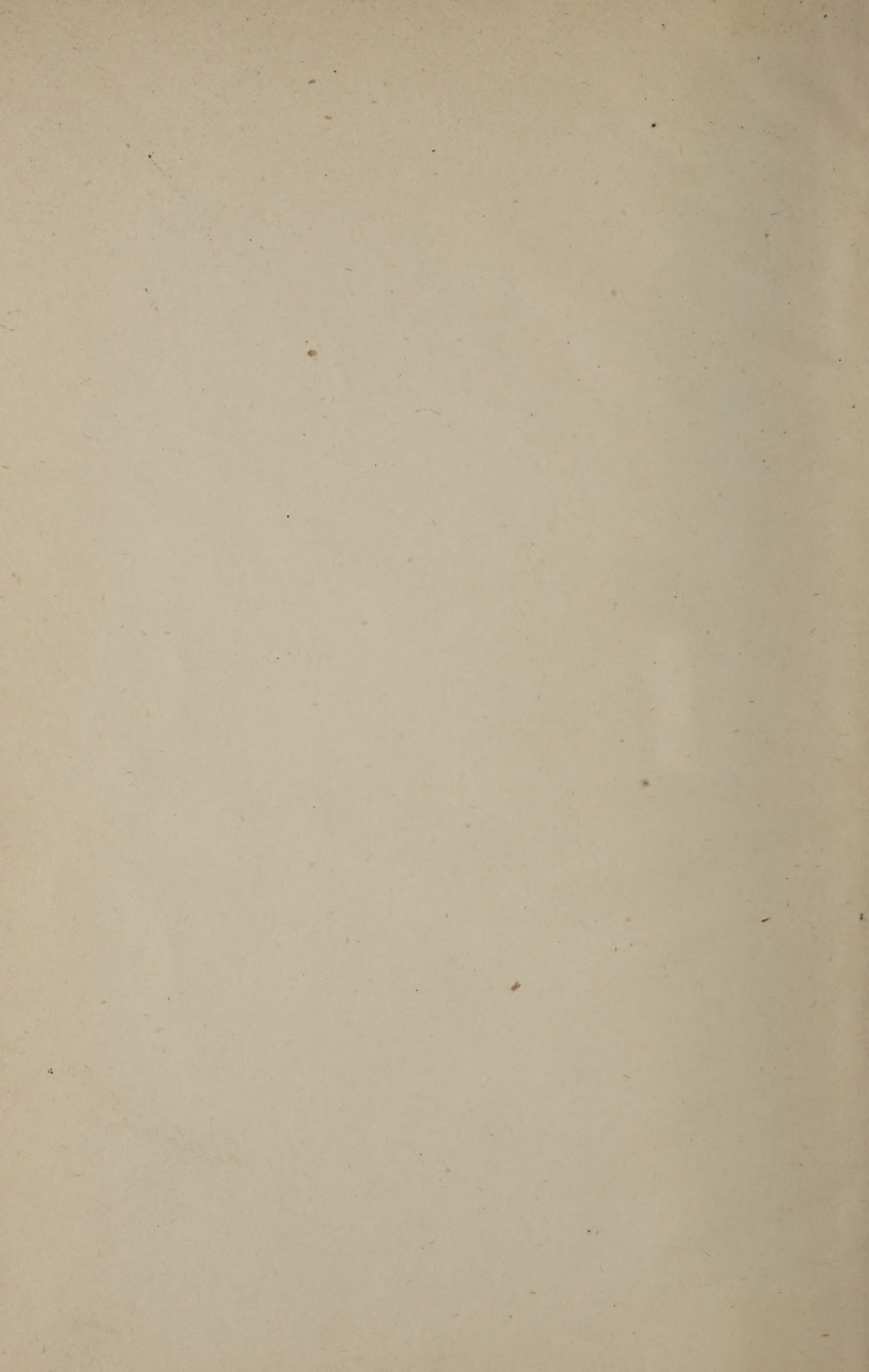
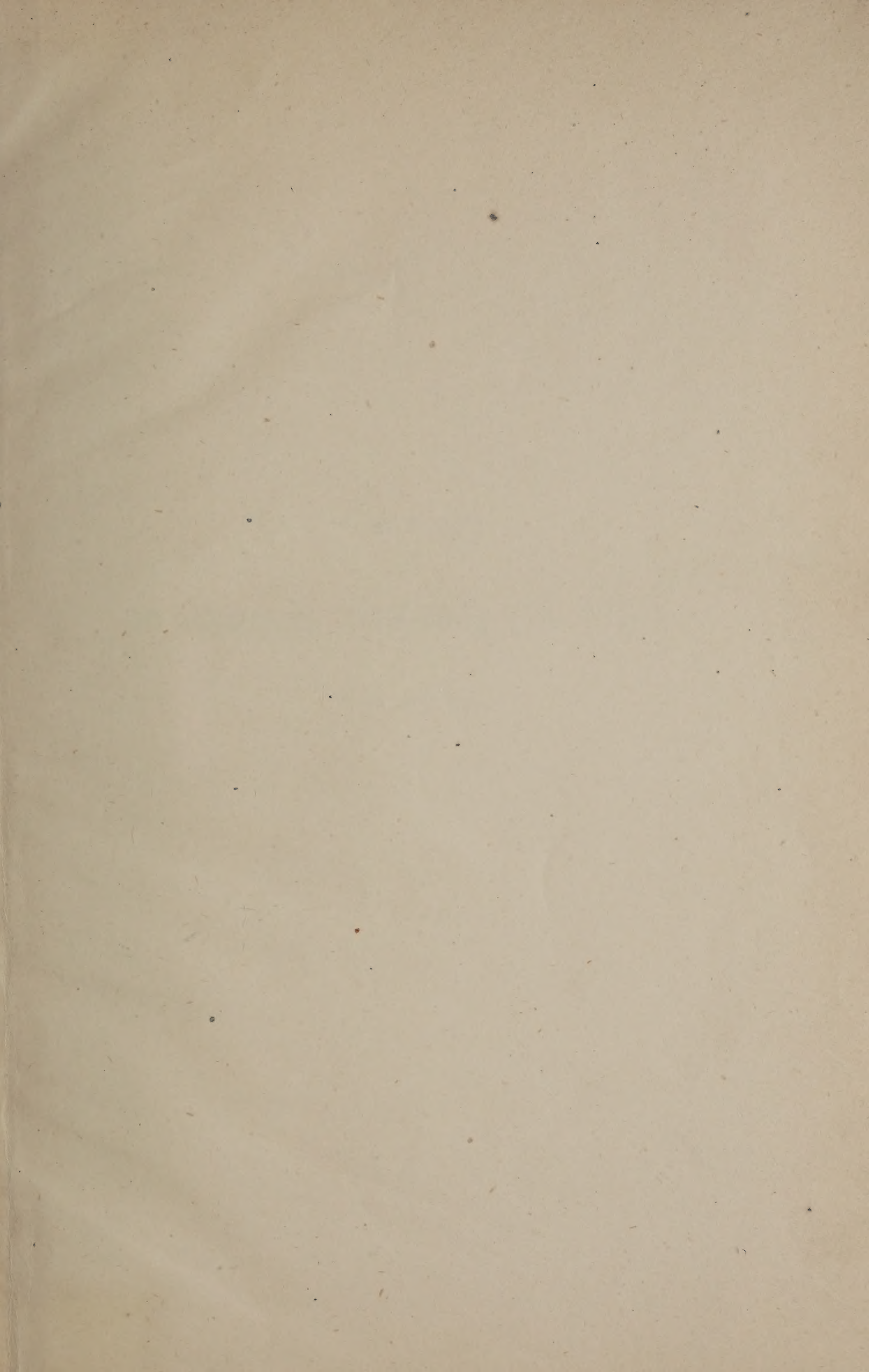

FUETTERUNG
DES PFERDES.
WOLFF.

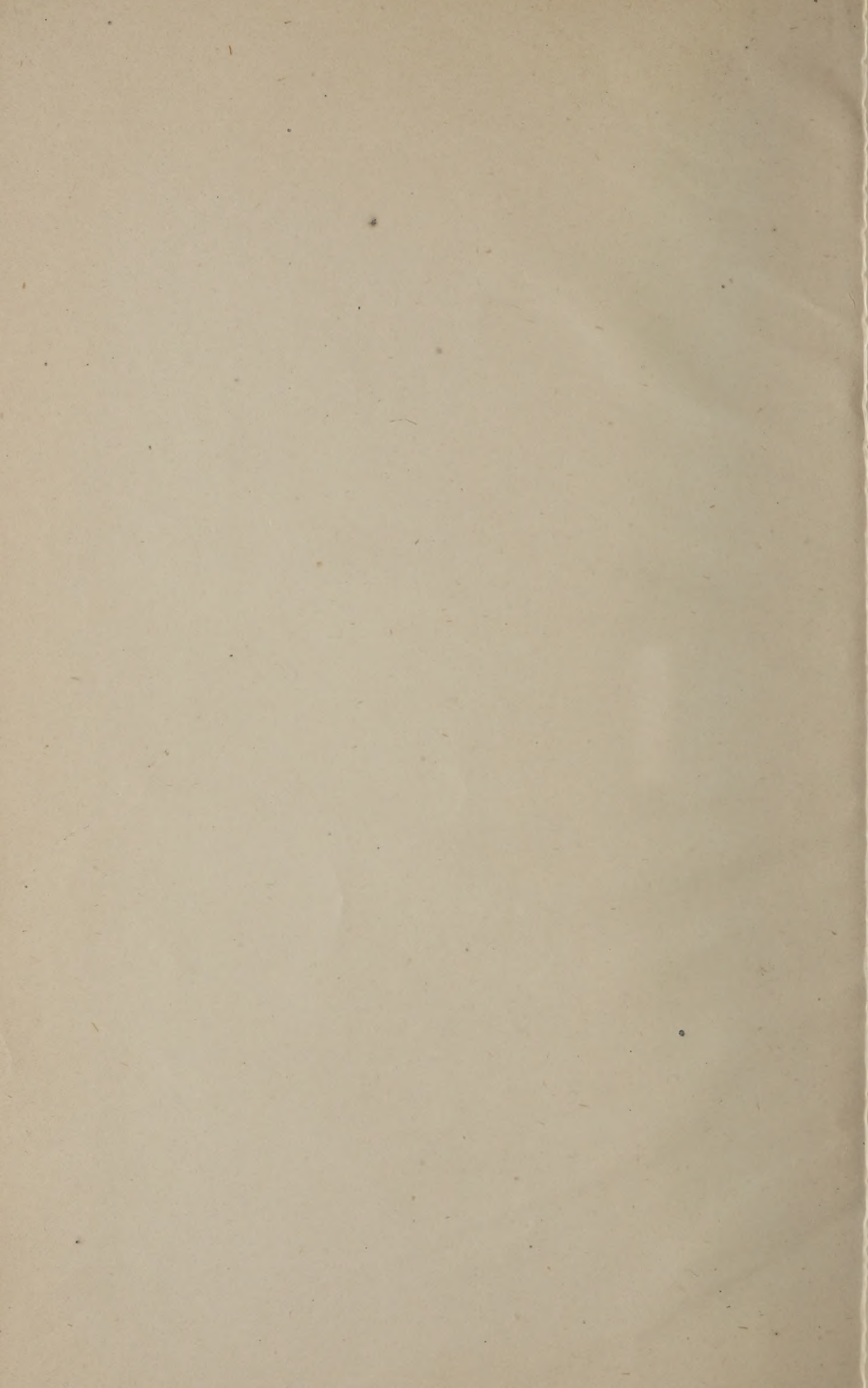

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF ILLINOIS
636.12
W83g
sup.


I'm green
>30% Biobased
Verified by ASTM D6866
CoLibrì
COVER SYSTEM
Made in Italy









Grundlagen

für

die rationelle Fütterung des Pferdes.

Neue Beiträge.

Grundlagen

für

die rationelle Fütterung des Pferdes.

Neue Beiträge.

Resultate der 1885|86 und 1886|87 in Hohenheim ausgeführten Versuche,

zusammengestellt und erörtert

von

E. Wolff, Ph. et Oec. p. Dr.

Professor an der Kgl. Württ. landwirthschaftlichen Akademie und Vorstand der landwirthschaftlich-chemischen Versuchsstation zu Hohenheim.



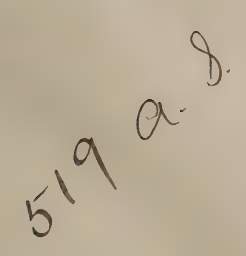
BERLIN.
VERLAG VON PAUL PAREY.
Verlagshandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.
1887.

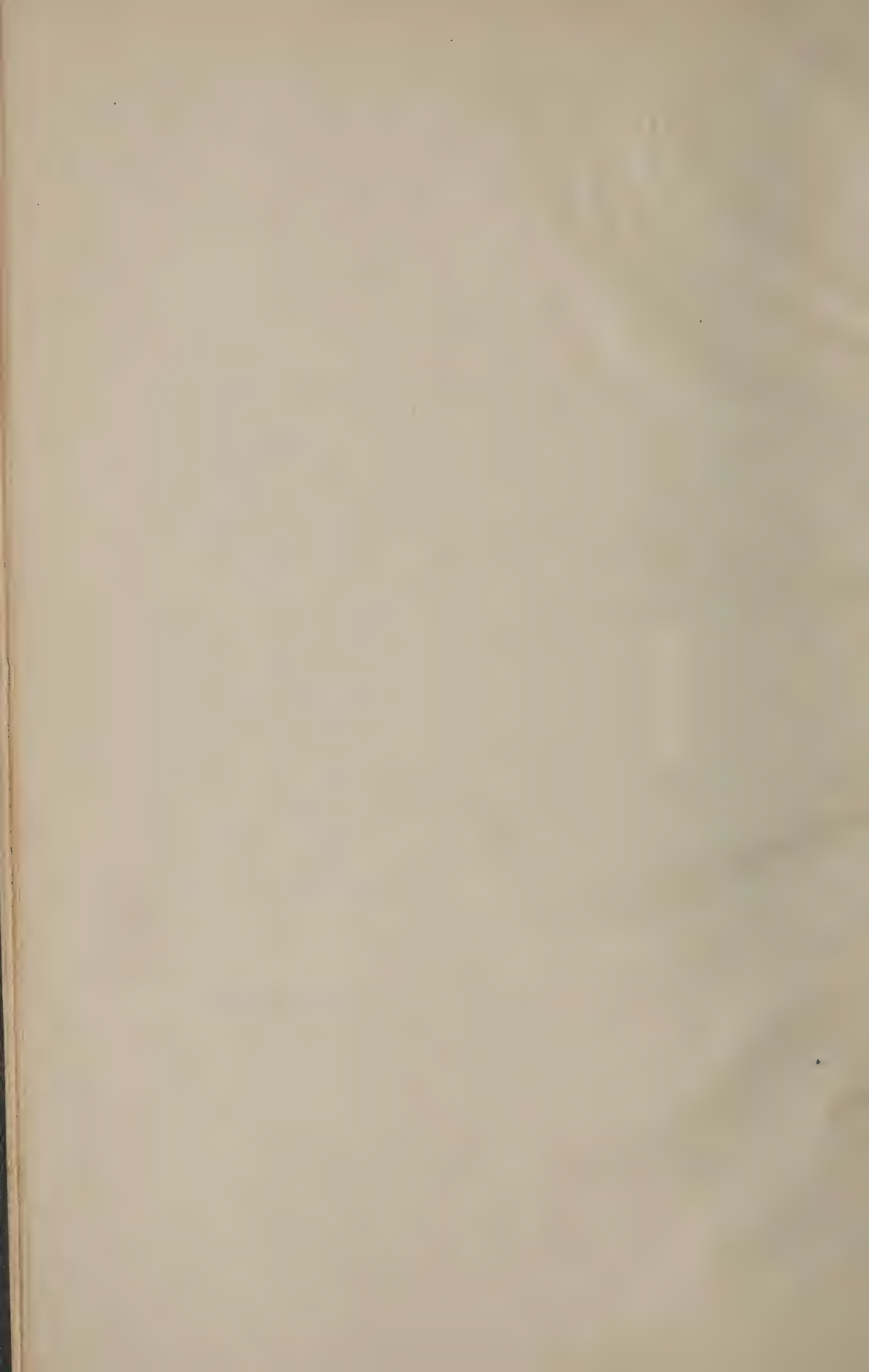
Vorwort.

Meiner im Herbst 1885 als Programm zur 67. Jahresfeier der landwirthschaftlichen Akademie Hohenheim gedruckten Schrift „Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes“ lasse ich jetzt einen weiteren Bericht folgen über die Resultate von neuen, in den letzten zwei Jahren auf der hiesigen Versuchsstation ausgeführten Fütterungsversuchen. Es werden damit neue Beiträge geliefert zur Aufklärung wichtiger Fragen, namentlich auch mit Bezug auf das Verhalten von Rauhfutter und Kraftfutter zur Leistungsfähigkeit des Pferdes. Zugleich habe ich Mittheilungen gemacht über Versuche, welche in Paris in ähnlicher Weise wie in Hohenheim, grossentheils unter Anwendung eines gleichen Apparates zur Regulirung und zum Messen der Arbeit des Pferdes, ausgeführt wurden. Jedoch sind in diesen Mittheilungen die Resultate der Versuche, um sie mit denen der Hohenheimer Versuche besser vergleichen zu können, wesentlich anders zusammengruppirt, als es in dem darüber vorliegenden französischen Originalbericht geschehen ist. Fast überall habe ich neue Uebersichtstabellen ausgearbeitet und daran selbständig Schlussfolgerungen und Erörterungen angeknüpft, um zu zeigen, dass die an beiden Orten erzielten Resultate recht gut übereinstimmen, in mancher Hinsicht sich gegenseitig ergänzen und mit einander zur Aufklärung und weiteren Befestigung der Grundlagen einer rationellen Fütterung des Pferdes beitragen.

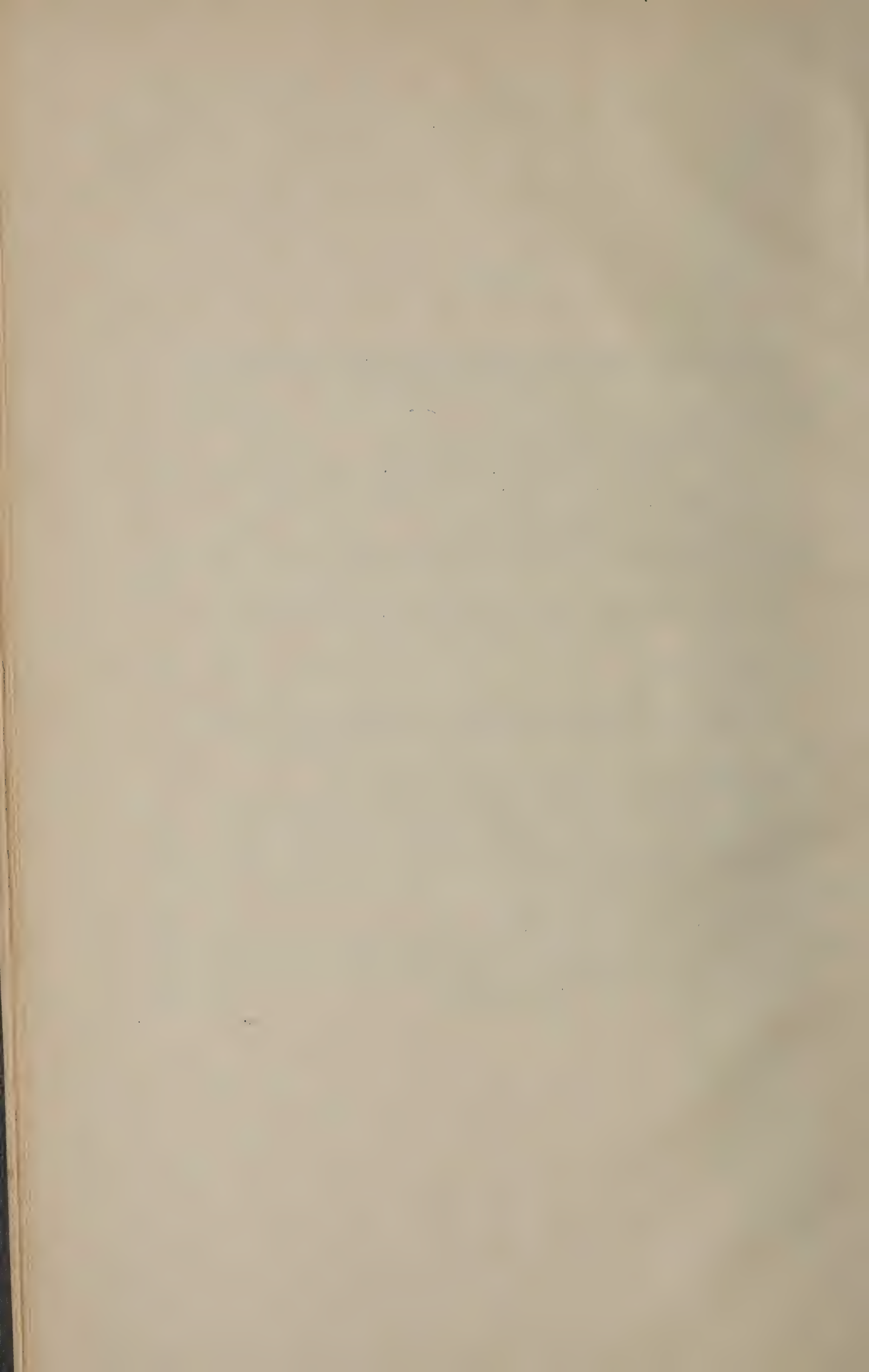
Hohenheim, im November 1887.

Der Verfasser.





Inhalt.



Pferde-Fütterungsversuche.

Fünfzehnter Bericht.[1])

Versuche über die Leistungsfähigkeit des Pferdes bei stickstoffreicherem und stickstoffärmerem Futter, sowie über den Kreislauf der Mineralstoffe im Körper dieses Thieres.

Ausgeführt im Jahre 1885/86 auf der landwirthschaftlich-chemischen Versuchs-Station Hohenheim

von

Prof. Dr. **E. Wolff**, Prof. **Sieglin**, Dr. **C. Kreuzhage** und Dr. **Th. Mehlis**.
(Referent: Dr. E. WOLFF.)

Noch immer ist ziemlich allgemein, namentlich in praktischen Kreisen, die Ansicht verbreitet, dass die aus der aufgenommenen Nahrung verdaute Eiweisssubstanz besonders geeignet und auch dazu bestimmt sei, im thierischen Organismus eine vorzugsweise grosse Kraftproduktion und also mechanische Arbeitsleistung zu ermöglichen. Nach früheren Anschauungen nämlich sollte in Folge der im Innern des Organismus stattfindenden Bewegungen oder der nach aussen hin sichtbaren Kraftäusserungen zunächst das Muskelgewebe einer raschen Zerstörung, der „Abnutzung" unterliegen und zu dessen Ersatz alsdann auch eine mit der etwa erhöhten Muskelarbeit entsprechend gesteigerte Menge von Eiweiss in der Nahrung zugeführt und damit von einem Tage zum andern ein rascher Wiederaufbau der Gewebemasse bewirkt werden. Man hat diese Anschauungen als unhaltbar erkannt, aber auch jetzt noch ist der Eiweisssubstanz im Futter der Arbeitsthiere eine grosse Bedeutung beizulegen, insofern ein geübtes und vollkommen ausgebildetes Muskelsystem, wie es für anstrengende und ausdauernde Arbeitsleistung erforderlich ist, zur Unterhaltung einer regen Zellenthätigkeit, eines lebhaften Stoffwechsels ein hierzu genügendes Quantum von täglich verdautem Eiweiss nothwendig bedarf. Auch zur Kraftproduktion im Thierkörper kann das Eiweiss bei seinem Zerfall beitragen, aber es ist dies keine ihm eigenthümliche oder besonders zukommende Funktion; es besitzt eine solche vielmehr nur in Folge seines Wärmewerthes und theilt dieselbe mit allen organischen Nährstoffen oder verdaulichen Futterbestandtheilen, also mit dem Fett und den Kohlehydraten, welche letztere in dieser Hinsicht bei der Ernährung der pflanzenfressenden Thiere gerade hauptsächlich in Betracht kommen.

1) Im Jahr 1883 wurde der XIII. Bericht über in Hohenheim ausgeführte Pferde-Fütterungsversuche veröffentlicht (s. „Landw. Jahrbücher" Bd. XIII, S. 257 ff.). Ausserdem habe ich später, im Herbst 1885, in einem Programm der Hohenheimer Akademie, welches unter dem Titel „Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes" auch im Buchhandel (Berlin, Verlag von PAUL PAREY) erschienen ist, die Resultate der sämmtlichen von 1876 bis 1885, meist vergleichend mit Pferd und Hammel hier ausgeführten Fütterungsversuche übersichtlich zusammengestellt und näher erörtert. Diese Schrift betrachte ich als den XIV. Bericht und bezeichne daher die vorliegende Mittheilung in der Reihenfolge als Nr. 15.

Wärmeproduktion und Kraftproduktion im Thierkörper stehen im innigsten Zusammenhange mit einander, wenn man auch nicht annehmen kann, dass hier, ähnlich wie in einer Dampf- oder kalorischen Maschine, direkt die einmal gebildete und freigewordene Wärme in Kraft umgesetzt wird.

Wir verdanken MAX RUBNER[1]) die wichtige Entdeckung, dass die *Wärmewerthe* und die *dynamischen* Aequivalente der Nährstoffe mit einander fast völlig übereinstimmen, dass nämlich Stoffe von gleichem Energieinhalt sich gegenseitig in Bezug auf die Lebensfunktionen der Thiere zu vertreten vermögen, also *isodynam* sind. Zur Orientirung über die in neueren Untersuchungen ermittelten Aequivalente für die Wärme- und somit auch für die Kraftproduktion im Thierkörper durch die wichtigeren Nährstoffe, nämlich durch Eiweiss, Kohlehydrate und Fett, mag folgendes dienen[2]).

Nach STOHMANN[3]) sind die Wärmewerthe für je 1 *g* Eiweiss, Fett und Stärkemehl = 5715, 9431 und 4116 Kal. und RUBNER hat damit sehr nahe übereinstimmend 5754, 9423 und 4115 Kal. gefunden. Die Zahlen für Stärkemehl und Fett verhalten sich wie 100 : 229; es ist daher der gewöhnlich benutzte Faktor = 2,44 etwas su hoch. Ferner hat STOHMANN für das Eiweiss, nach Abspaltung des Harnstoffes, die Zahl 4720 berechnet; von RUBNER ist aber experimentell nachgewiesen worden, dass der *physiologische* Wärmewerth für das Eiweiss niedriger ist, weil in dem Harn ausser dem Harnstoff noch andere Zerfallprodukte, und zwar von höherem Wärmewerth zur Ausscheidung gelangen. Er fand z. B. bei Fütterung eines Hundes ausschliesslich mit Eiweiss für 1 *g* der gesammten organischen Substanz im Harn 2706 Kal., gegenüber von 1 *g* reiner Harnstoff = 2523, also eine Differenz von 183 Kal. oder 7,2 pCt. Ausserdem kommt noch eine gewisse Menge von Wärme für die Ausscheidungen im Koth (100 Th. Eiweiss bilden durchschnittlich 3,24 Th. trocknen Koth) in Abzug, sodass nach RUBNER nur 4474 Kal. übrig bleiben oder 77,8 pCt. der Brutto-Verbrennungswärme (5754 Kal.), ferner für 1 *g* des trocknen, von Extraktivstoffen befreiten Fleisches nur 4047 Kal. (für die organische Substanz des Fleisches 4233) und für 1 *g* der vegetabilischen Eiweissstoffe, zunächst im Brod von Roggen und Weizen sogar nur 3960. Da aber andere vegetabilische Eiweissstoffe einen höheren Wärmewerth besitzen und auch in den Versuchen mit landwirthschaftlichen Thieren die Menge des verdauten Eiweisses gewöhnlich aus der Differenz zwischen Futter und Koth bestimmt wird, also für die Kothbestandtheile nichts in Abzug zu bringen ist, so wird man wohl auch für das verdaute Gesammteiweiss in der *Nahrung des Pflanzenfressers* als Durchschnittszahl die des Stärkemehls mit 4116 oder abgerundet 4100 annehmen können, — dieselbe Zahl, welche RUBNER für das Eiweiss in der menschlichen Kost (auf 100 Th. Eiweiss 60 Th. animalisches und 40 Th. vege-

1) S. „Zeitschrift für Biologie“, Bd. XIX, S. 313—396. 1883; ferner ebendas. Bd. XXI, S. 250—334 und 338—410. 1885, sowie Bd. XXII, S. 52 ff. 1886.

2) Ich habe die betreffenden Notizen meiner schon erwähnten Schrift „Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes“, S. 145 und 146 entnommen; siehe ebendas. die weiteren Bemerkungen darüber, dass die Zahl 4100 für *vegetabilisches* Eiweiss eher noch zu hoch als zu niedrig ist und dass dasselbe auch für die Gesammtheit der verdauten Kohlehydrate gilt, unter denen immer Stoffe vorhanden sind, deren Nahrungswerth, zunächst Nutzeffekt für die Kraftproduktion entschieden ein geringerer ist als der des Stärkemehls und manchmal sogar, wie bei der Cellulose, ein überhaupt zweifelhafter ist.

3) S. Kalorimetrische Untersuchungen von F. STOHMANN, C. v. RECHENBERG, H. WILSING und P. RODATZ in „Landw. Jahrbücher“, Bd. XIII, S. 313—396. 1883.

tabilisches) berechnet, nämlich $60 \times 4233 + 40 \times 3960 = 2540 + 1584 =$ 4124 Kal.

Die bis zum Jahr 1885 in Hohenheim ausgeführten Versuche haben auf die Frage, ob das aus dem Futter verdaute Eiweiss für die Kraftproduktion oder Muskelthätigkeit der Arbeitsthiere, zunächst des Pferdes einen demjenigen des Stärkemehls gleichen oder davon verschiedenen Werth habe, noch keine ganz bestimmte Antwort gegeben. Zwar war im Allgemeinen der Erfolg eines proteinreichen Kraftfuttermittels (Lupinen, Ackerbohnen), auf ein gleiches Quantum der verdauten organischen Substanz berechnet, ziemlich derselbe wie der eines stärkemehlreicheren Körnerfutters (Hafer, Mais), in einigen Versuchen bei der ersteren Futterart sogar etwas niedriger, niemals höher als bei der letzteren[1]). Jedenfalls war es wünschenswerth, in dieser Richtung noch weitere Versuche auszuführen, was in dem Jahr 1885/86 auf der hiesigen Versuchsstation geschehen ist. Man wählte hierbei als Kraftfuttermittel einerseits Ackerbohnen und andererseits Hafer und Mais, so dass stets das nöthige Minimum von Eiweiss im Gesammtfutter reichlich vorhanden sein musste, zumal der Hafer niemals vollständig, sondern immer nur theilweise durch das andere Kraftfuttermittel ersetzt wurde. Die Tagesration von Wiesenheu und Stroh-Häcksel blieb fast während der ganzen Dauer der Versuchsreihe, genauer von Ende Dezember 1885 bis Ende Juni 1886 völlig unverändert.

Das zu den betreffenden Versuchen benutzte Pferd war dasselbe, welches uns schon während 3 Jahren (als Pferd Nr. III) gute Dienste geleistet hatte; es reagirte mit seinem steigenden oder fallenden Lebendgewicht überaus scharf auf die geringste Futterveränderung, wie wir überhaupt bei jedem Pferd bisher beobachtet haben, wenn es durch genaue Abmessung von Futter und Arbeit hinreichend lange vorbereitet ist und in einem mittleren Ernährungszustande sich befindet. Es lässt sich dann auf dem entsprechenden Lebendgewicht, welches für unser Versuchsthier ziemlich genau 475 *kg* betrug, nach Belieben längere Zeit hindurch erhalten, und man kann schon an der Gestaltung des Lebendgewichtes deutlich erkennen, wie viel von einem bestimmten Futter man bei Steigerung der Tagesarbeit zulegen muss oder umgekehrt, wie viel Arbeit das Pferd bei einer Erhöhung seiner Ration täglich mehr leisten kann, ohne zugleich in dem vorhandenen Ernährungszustande eine Aenderung zu erleiden. Bei sorgfältiger Einhaltung der Zeit für Verabreichung von Futter und Tränke, sowie für die Arbeitsleistung, findet auch die Ausscheidung von Koth und Harn sehr regelmässig statt, und es lässt sich jede Schwankung im Lebendgewicht, ein wirkliches Steigen oder Fallen desselben von einem Tage zum andern bis auf $\frac{1}{2}$ *kg* ermitteln, oder noch genauer, wenn man den Durchschnitt nimmt aus den Wägungen des Thieres an 3 aufeinander folgenden Tagen. Die Zeiteintheilung war in der Regel eine solche, dass man Morgens 6 Uhr $\frac{1}{3}$ der Tagesration an Heu, Hafer etc. verabreichte, das Pferd um $\frac{3}{4}$8 Uhr auf die Wage brachte, hierauf sofort aus dem Eimer tränkte und von 8 Uhr an arbeiten liess; etwa um 11 Uhr fand die zweite Fütterung statt mit dem zweiten Drittel der Tagesration, um 12$\frac{1}{2}$ Uhr Tränken aus dem Eimer, von 1 Uhr an Arbeit am Göpel, 5$\frac{1}{2}$ Uhr Abends Verabreichung des letzten Futter-Drittels und um 6 Uhr Tränken. Nur wenn die Tagesarbeit am Göpel länger als 6 Stunden dauerte

1) S. „Grundlagen etc.“ S. 100 ff.

(3 Stunden Vormittags und 3 Stunden Nachmittags), musste über Mittag und Abends eine kleine Zeitverschiebung nebst entsprechender Abkürzung der Ruhepause erfolgen.

Versuchsperiode I.

Unser Pferd war vor dem Beginn der Versuchsreihe, von Anfang August bis gegen Ende Oktober 1885 in der Institutswirthschaft mit leichter Ackerarbeit beschäftigt und dabei gut gefüttert worden, so dass es in einem etwas mehr als mittleren Ernährungszustande sich befand und ein Lebendgewicht hatte von 485 *kg*. Das letztere sollte nun bis auf 475 *kg* vermindert und dabei zugleich ermittelt werden, wie viel Arbeit das Thier bei einem ganz bestimmten, genau zugewogenen Futter wirklich zu leisten vermochte.

Der Versuch begann am 2. November 1885, nachdem das Pferd schon seit einigen Tagen seine Ration von 6 *kg* Wiesenheu und 5 *kg* Hafer, beide Futtermittel von guter Qualität, verzehrt und dabei pro Tag 400 Umgänge am Göpel bei einem Zug von 75 *kg* gemacht hatte. Dies entsprach einer Arbeitsleistung von 1 065 882 oder abgerundet von 1,066 000 *kgm*, welche Zahl auf folgende Weise sich berechnet. Mit jedem Umgang am Göpel legt das Pferd, in der Mitte der Bahn gemessen, einen Weg von 26,39 *m*, mit 400 Umgängen also von 10 556 *m* zurück, welche Strecke mit der direkt am Göpel beobachteten Zugkraft von 75 *kg* multiplizirt die Zahl 791 700 *kgm* liefert; es hatte aber das Pferd wegen der schiefwinkligen Richtung des Zuges in Wirklichkeit eine entsprechend grössere Kraftmasse aufzuwenden und um diese zu finden, muss man jene Zahl mit dem Faktor 1,0937 multipliziren[1]), wodurch dieselbe auf 865 882 *kgm* sich erhöht. Hierzu kommt noch diejenige Kraftanstrengung, welche das Pferd zur Fortbewegung seines eigenen Körpers gebraucht, abgesehen von aller sonstigen Last, welche es etwa zu ziehen oder zu tragen hat. Es ergiebt sich diese Arbeitsleistung mit Hülfe einer bekannten Formel unter den hier vorhandenen Verhältnissen für je 100 Göpelumgänge, also für eine Wegstrecke von jedesmal 2639 *m* ziemlich genau zu 50 000 *kgm*, wenn man beachtet, dass das Lebendgewicht des Thieres im mittleren Ernährungszustande 475 *kg* betrug und dass es nach direkten Beobachtungen 100 Umgänge am Göpel, je nach der Höhe der Tagesleistung in der Zeit von 52 bis 60, durchschnittlich also in 56 Minuten machte, wobei 54 096 und 46 800, im Durchschnitt 50 448 *kgm* Arbeit resultirten[2]). Ich nehme der einfacheren Rechnung wegen, als sehr nahe zutreffend, überall für je 100 Umgänge eine Arbeitsleistung von 50 000 *kgm* an, und man hat daher für 400 Umgänge 200 000 *kgm* und im vorliegenden Falle im Ganzen eine Tagesarbeit von 865 882 + 200 000 = 1 065 882 oder abgerundet von 1 066 000 *kgm*.

---

1) Vgl. den Bericht über einige Resultate der in Hohenheim bis 1880 ausgeführten Pferde-Fütterungsversuche von O. Kellner in „Landw. Jahrbücher„, Bd. IX, S. 654 ff. 1880; in besonderem Abdruck „Untersuchungen über einige Beziehungen zwischen Muskelthätigkeit und Stoffwechsel im thierischen Organismus“. Berlin 1880, S. 21 und 22.

2) Es stimmt dies fast genau mit der Zahl überein, welche Kellner (a. a. O., S. 22; vgl. auch C. Voit „Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel“ 1860. S. 175) bei einer anderen Rechnungsweise gefunden hat; es ergaben sich nämlich, auf 500 *kg* Körpergewicht des Pferdes bezogen, als Kraftaufwand in je 100 Göpelumgängen für die horizontale Fortbewegung des Thieres 10 000 und für die vertikale Erhebung (durchschnittlich 0,045 *m* bei einem Doppelschritt) 40 000, zusammen also rund 50 000 *kgm*.

Bei dem erwähnten Futter von 6 *kg* Heu und 5 *kg* Hafer, sowie mit einer Tagesarbeit von 400 Göpelumgängen (75 *kg* Zugkraft) gestaltete sich das Lebendgewicht des Pferdes vom 2. bis 9. November folgendermassen in Kilogramm:

2. Nov. . .	485,0	6. Nov. . .	486,0
3. „ . .	487,0	7. „ . .	485,0
4. „ . .	486,5	8. „ . .	485,0
5. „ . .	485,5	9. „ . .	485,5

2.—4. Nov. = 486,2 *kg*; 5.—7. Nov. = 485,5 *kg*; 8.—9. Nov. = 485,3 *kg*.

Da fast gar keine Abnahme des Lebendgewichtes stattgefunden hatte, wurde die Tagesarbeit 10. November auf 500 Umgänge erhöht:

10. Nov. . .	485,0	13. Nov. . .	484,5
11. „ . .	484,5	14. „ . .	485,0
12. „ . .	485,0	15. „ . .	484,0

10.—12. Nov. = 484,8; 13.—15. Nov. = 484,5.

Am 16. November erfolgte eine weitere Steigerung der Arbeitsleistung und zwar bis auf 600 Umgänge pro Tag, weil bis dahin das Lebendgewicht des Thieres fast gar nicht abgenommen hatte und jedenfalls die Abnahme bei Fortdauer der 500 Umgänge eine überaus langsame gewesen wäre. Vom 16. November bis zum 12. Dezember, also 27 Tage lang blieb nunmehr die Arbeit des Pferdes unverändert, und es ergab sich hierbei:

16. Nov. . .	483,0	25. Nov. . .	483,5	4. Dez. . .	479,0
17. „ . .	483,5	26. „ . .	483,5	5. „ . .	478,5
18. „ . .	483,5	27. „ . .	483,0	6. „ . .	479,0
19. „ . .	483,0	28. „ . .	482,5	7. „ . .	478,0
20. „ . .	482,0	29. „ . .	482,5	8. „ . .	477,0
21. „ . .	482,0	30. „ . .	481,5	9. „ . .	476,5
22. „ . .	483,0	1. Dez. . .	480,5	10. „ . .	476,0
23. „ . .	482,5	2. „ . .	479,0	11. „ . .	475,0
24. „ . .	483,0	3. „ . .	478,5	12. „ . .	475,0

Im Mittel von 3 zu 3 Tagen:

16.—18. Nov.	483,3	25.—27. Nov.	483,2	4.—6. Dez.	478,8
19.—21. „	482,3	28.—30. „	482,2	7.—9. „	477,2
23.—24. „	482,8	1.—3. Dez.	479,3	10.—12. „	475,3

Anfangs also ist das Lebendgewicht auch bei 600 Göpelumgängen pro Tag noch unverändert geblieben, dann aber hat dasselbe vom 29. November an ziemlich rasch abgenommen, so dass es bis zum 12. Dezember, im Verlaufe von 14 Tagen von 482,5 bis auf 475,0 *kg*, mithin um 7,5 *kg* sich verminderte und vermuthlich noch weiter gesunken wäre, wenn man die Tagesarbeit nicht wiederum erleichtert hätte, nämlich von 600 bis auf 500 Umgänge. Bei der Wägung des Thieres in den nachfolgenden Tagen beobachtete man:

13. Dez. . .	475,0	17. Dez. . .	474,0	21. Dez. . .	475,5
14. „ . .	474,5	18. „ . .	474,0	22. „ . .	475,0
15. „ . .	474,5	19. „ . .	474,5	23. „ . .	476,0
16. „ . .	474,0	20. „ . .	475,0		

13.—15. Dez. . . .	474,7	19.—21. Dez. . . .	475,0
16.—18. „ . . .	474,0	22.—23. „ . . .	475,5

In den ersten Tagen, vom 13. bis 17. Dezember zeigte sich trotz der eingetretenen Arbeitserleichterung noch eine kleine Abnahme des Körpergewichtes, und erst vom 18. Dezember an erhöhte sich dasselbe langsam. Es ist dies eine ganz gewöhnliche Erscheinung, die wir bei unseren Versuchspferden häufig

beobachtet haben, dass nämlich die günstige oder ungünstige Wirkung einer vorgenommenen Futter- oder Arbeitsveränderung nicht augenblicklich, sondern erst im Verlaufe von einigen Tagen deutlich hervortritt, zunächst aber noch die vorhergehende Haltung des Pferdes in gleicher Richtung fort- oder nachwirkt.

Aus den angegebenen Wägungsresultaten kann man wohl mit einiger Sicherheit entnehmen, dass die Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen bei einer Zugkraft von 75 *kg* im Verhältniss zu dem verabreichten Futter zu gross war, dass aber 500 Umgänge nicht ganz genügten, die Leistungsfähigkeit des Thieres vielmehr, bei völlig konstant bleibendem Ernährungszustande, ziemlich genau auf 525 Umgänge pro Tag sich normirte. Dies entspricht einer Arbeitsleistung von 1 136 591 + 262 500 = 1 399 091 oder sehr annähernd von 1 400 000 *kgm.*

Als *Tagestemperatur der freien Luft*, soweit sie hier in Betracht kommt, wurde das Mittel der auf der Versuchsstation, unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln, Morgens 7 Uhr und Mittags 2 Uhr angestellten Beobachtungen angenommen. Es war nämlich dies durchschnittlich diejenige Lufttemperatur, bei welcher das Pferd in der freien Luft am Göpel arbeitete (Vormittags gewöhnlich von 8 Uhr an und Nachmittags von 1 Uhr an) und also überhaupt unter dem wechselnden Einfluss derselben sich befand, während die Temperatur im Stalle während der ganzen Dauer der Versuche ziemlich konstant blieb, da im Winter eine künstliche Erwärmung stattfand und im heissen Sommer möglichst für die etwa nöthige Abkühlung des Stalles gesorgt wurde. Das Tränken des Pferdes aus dem Eimer erfolgte regelmässig Morgens 8 Uhr, Mittags 12½ und Abends 6 Uhr. Im Durchschnitt der betreffenden Versuchsperioden ergab sich hierbei:

Dauer der Periode.	Zahl d. Umgge.	Tagestemperatur	Tränkwasser pro Tag Morgens	Mittags	Abends	Im Ganzen
16. Nov. bis 12. Dez.	600	+ 2,00 ° C.	4,63 *kg*	8,20 *kg*	11,69 *kg*	24,5 *gk*
13. Dez. „ 23. „	500	− 0,26 „	5,21 „	7,20 „	9,83 „	22,2 „

Koth und Harn des Pferdes wurden in hierzu geeigneten Zeitabschnitten sorgfältig aufgefangen und zwar nach Methoden, welche in früheren Berichten schon mehrfach beschrieben sind,[1]) und die eine sehr genaue Bestimmung der von einem Tage zum anderen produzirten Mengen dieser Stoffe gestatteten. Ebenso erfolgte die chemische Untersuchung[2]) der betreffenden Mittelproben von den Exkrementen des Thieres nach bekannten Methoden, die Stickstoffbestimmung überall nach KJELDAHL, unter Anwendung von reiner konzentrirter, jedoch nicht rauchender Schwefelsäure (mit Zusatz von etwas Quecksilberoxyd) zur Zerstörung der organischen Substanz. In der folgenden Tabelle habe ich für die Zeit, in welcher tägliche Bestimmungen des Harnstickstoffes vorgenommen wurden, die beobachteten Zahlenverhältnisse zusammengestellt mit Bezug auf Lebendgewicht des Thieres, Tagestemperatur, Tränkwasser, Harnmenge und Gehalt des Harnes an Stickstoff nach Grammen und in Prozenten. Zum Ausspülen des Harntrichters und des mit der Sammelflasche in Verbindung befindlichen Gummischlauches diente jedesmal pro Tag 1 *l* destillirtes Wasser, welches also mit gewogen, hier aber in Abzug ge-

1) Vgl. „Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes" S. 11—14.

2) Die Analysen des Kothes und der Futtermittel, sowie die sämmtlichen in diesem Referat mitgetheilten Aschenanalysen, auch die Stickstoffbestimmungen im Harn während der letzten (IX.) Versuchsperiode sind von Dr. C. Kreuzhage, dagegen die Bestimmungen von Harnstickstoff in allen übrigen Versuchsperioden von Dr. Th. Mehlis ausgeführt worden.

bracht worden ist, so dass die für die Harnmenge angegebene Zahl überall nur auf das wirklich pro Tag (in 24 Stunden) produzirte Quantum sich bezieht.

Periode Ia.

Futter: 6 *kg* Wiesenheu und 5 *kg* Hafer. 600 Göpelumgänge bei 75 *kg* Zugkraft.

Datum	Gewicht d. Pferdes	Tagestemperatur	Tränkwasser	Harnmenge	Harnstickstoff nach
	kg	° C.	*kg*	*g*	*g* pCt.
17. Nov.	483,5	− 0,9	27,85	8780	128,93 = 1,47
18. „	483,5	− 2,9	25,40	8260	122,93 = 1,48
19. „	483,0	− 2,5	23,60	7900	125,82 = 1,59
20. „	482,0	− 3,1	35,30	8180	126,10 = 1,54
21. „	482,0	+ 0,4	24,90	8150	130,49 = 1,60
22. „	483,0	+ 1,0	25,80	8200	131,48 = 1,60
23. „	482,5	+ 2,4	24,80	7480	125,55 = 1,67
24. „	483,0	+ 1,0	25,50	7530	116,59 = 1,54
Mittel . . .	482,8	− 0,58	25,62	8060	126,11 = 1,56

Periode Ib.

Gleiches Futter und gleiche Arbeit.

Datum	Gewicht d. Pferdes	Tagestemperatur	Tränkwasser	Harnmenge	Harnstickstoff
6. Dez.	479,0	+ 8,3	23,0	7330	129,37 = 1,79
7. „	478,0	+ 1,0	19,5	7750	129,51 = 1,70
8. „	477,0	0,0	22,0	7780	128,61 = 1,65
9. „	476,5	− 4,2	24,3	7830	127,08 = 1,62
10. „	476,0	− 5,1	20,9	8050	132,57 = 1,64
11. „	475,0	− 6,1	23,6	7430	123,30 = 1,66
Mittel . . .	476,9	− 1,02	22,22	7695	128,41 = 1,67

Die Wasseraufnahme in der Tränke ist vom 6.—11. Dezember durchschnittlich eine etwas geringere gewesen und wohl in Folge dessen auch etwas weniger Harn, dieser jedoch mit höherem, prozentigem Stickstoffgehalt ausgeschieden worden, als in dem früheren Zeitabschnitt der gleichen Versuchsperiode vom 17. bis 24. November. Auf die kleine Differenz in der absoluten Menge des Harnstickstoffes von 2,30 *g* oder 1,8 pCt. kann hier kein Gewicht gelegt werden, um so weniger als die chemische Analyse des Wiesenheues in einer vom 15. bis 20. November genommenen Probe etwas weniger Stickstoff, allerdings auch einen geringeren Feuchtigkeitsgehalt ergab, als in einer Mittelprobe des vom 14.—19. Dezember verabreichten Wiesenheues. Man muss vielmehr aus den Resultaten der Untersuchungen entnehmen, dass die quantitative Ausscheidung von Harnstickstoff während der ganzen Dauer von Periode I. ziemlich unverändert blieb und dass also die Abnahme im Lebendgewicht des Thieres um 7,5 *kg*, vom 29. November bis 11. Dezember ohne merkliche Verminderung der Fleischmasse oder von Körpereiweiss erfolgte. Dies wird auch dadurch angedeutet, dass in der Zeit vom 17.—24. November die Menge des ausgeschiedenen Harnstickstoffes an den ersten 4 Tagen 125,95 *g* und an den letzten 4 Tagen fast genau ebensoviel, nämlich 126,03 *g* pro Tag betrug.

In den verabreichten Futtermitteln fand man bei der chemischen Untersuchung:

	Trocken-substanz	In Prozenten der Trockensubstanz				
		Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Roh-asche
	pCt.					
Wiesenheu, Nov. .	85,14	11,19	4,27	27,03	50,37	7,14
„ Dez. .	82,49	11,97	3,87	27,55	49,36	7,25
Hafer, Nov. . . .	85,42	12,71	5,92	11,97	65,28	4,12

An Trockensubstanz des Hafers ergab sich im Dezember ein Gehalt von 84,55 pCt.

Die Ausscheidungen des Darmkothes waren von einem Tage zum andern, wie fast immer bei unseren Versuchspferden unter sonst gleichen Verhältnissen beobachtet wurde, im Gewicht merkwürdig konstant, unter sich nahe übereinstimmend. Im vorliegenden Falle wurde die Menge des täglich produzirten Kothes vom 15.—20. November und vom 14.—19. Dezember ermittelt; sie betrug in Gramm:

Nov.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	Mittel
	12 350	11 700	12 750	13 100	12 900	13 000	12 633
Dez.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	
	13 300	12 600	12 700	12 500	12 800	12 850	12 792

Die im Folgenden angebenen Resultate der näheren Untersuchung beziehen sich nur auf den im Dezember produzirten Koth; es wurden hierbei nach Wägung und sorgfältiger Mischung der ganzen Masse täglich, zu annähernd 1 pCt. der Gesammtmenge, Proben genommen, diese sodann zunächst im grossen Trockenschrank bei 70—80 ° C. dem Vortrocknen unterworfen und hierauf, nachdem man sie bei gewöhnlicher Zimmertemperatur etwa 24 Stunden lang an der Luft hatte liegen lassen, als „lufttrockne" Substanz gewogen. Hierbei ergab sich:

	Dez.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	In Sa.
a) Frisch	*g*	133,078	126,121	126,922	124,960	128,098	128,530	767,709
b) Lufttrocken . .	„	38,708	38,600	38,531	38,428	37,795	39,280	231,342
b in pCt. von a	pCt.	29,09	30,61	30,36	30,75	29,50	30,56	30,14

Man sieht, dass auch der Trockengehalt des Darmkothes während der ganzen Dauer der Probenahme sehr konstant blieb. Die Einzelproben wurden sodann mit einander vermischt und in einer Mühle mit Stahlkonus zu einer gleichförmig feinen Masse zerrieben, die man in luftdicht verschlossenen Gläsern aufbewahrte und zu den Einzelbestimmungen der chemischen Analyse benutzte. Der so vorbereitete Koth vom Dezember 1885 enthielt 95,06 pCt. Trockensubstanz (der frische Koth also $30,14 \times 95,06 = 28,64$ pCt.) und ferner in Prozenten der letzteren:

Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Nfr. Extraktst.	Rohasche
9,02	7,95	32,90	39,99	10,14

Aus der Differenz zwischen Futter und Koth ergiebt sich die Menge der anscheinend verdauten und aus dem Verdauungskanal resorbirten Substanz, wobei noch zu erwähnen ist, dass bei allen unseren Versuchen mit dem Pferd niemals Futterreste zurückblieben, sondern immer alles völlig aufgezehrt wurde. Es ist sehr wichtig, dies zu erzielen, weil sonst die Versuchsresultate bezüglich der Verdaulichkeit und Nährwirkung des Futters leicht ungenau ausfallen können. Bei der hier ausgeführten Rechnung ist die Rohasche zunächst unbeachtet geblieben; einige spezielle Untersuchungen über die Mineralstoffe in den Einnahmen und Ausgaben des Pferdes werde ich am Schluss dieses Berichtes in ihren Ergebnissen mittheilen und erörtern.

	Trocken-substanz *g*	Organ. Substanz *g*	Roh-protein *g*	Roh-fett *g*	Roh-faser *g*	Stickstofffreie Extraktstoffe *g*
Futter: Heu . . .	4949,40	4590,57	592,44	191,54	1363,56	2443,02
Hafer . .	4227,50	4053,32	537,32	250,27	506,03	2759,71
in Sa. . .	9176,90	8643,89	1129,76	441,81	1869,59	5202,73
Darmkoth	3663,62	3292,13	330,46	291,26	1205,22	1465,08
Verdaut	5513,28	5351,76	799,30	150,55	664,26	3737,65
Desgl. in pCt. . .	60,08	61,91	70,75	34,08	35,53	71,84

Wenn man das verdaute Fett mit dem Faktor 2,44 multiplizirt, also mit seinem Stärkmehläquivalent in Rechnung bringt, so ergiebt sich als Nährstoffverhältniss: 799,30 : 4769,25 = 1 : 5,97. Die Gesammtmenge des Nährstoffes beträgt hiernach 5568,55 *g*, und wenn man ferner nach den Resultaten früherer Versuche [1]) annimmt, dass 100 *g* Nährstoff 85 400 *kgm* Arbeitsleistung ermöglichen, also die bei dem hier (Periode I) verabreichten Futter von dem Pferde wirklich geleistete Tagesarbeit = 1 400 000 *kgm* einem Aequivalent von 1634 *g* Nährstoff entspricht, so ergiebt sich, dass für die Erhaltung des Thieres in einem mittleren Ernährungszustande (475 *kg* Lebendgewicht) ohne alle Arbeitsleistung 3934 *g* Nährstoff übrig bleiben, fast dasselbe Quantum, welches bei dem gleichen Thier im Mittel der in 1881—1884 angestellten Versuche [2]) (= 3959 *g*) und auch im Mittel der Versüche aus dem Jahr 1885 (= 3950 *g* [3]) im Erhaltungsfutter für 475 *kg* Lebendgewicht des Pferdes gefunden wurde.

Nach dem Ergebniss des Versuches sind 799,3 *g* Rohprotein aus dem Futter verdaut und resorbirt worden; darin waren 127,9 *g* Stickstoff enthalten, was fast genau dieselbe Menge (128,41 *g*) ist, welche vom 6.—11. Dezember als Harnstickstoff pro Tag zur Ausscheidung gelangte (s. S. 7). Diese Uebereinstimmung ist auffallend, da man sonst bei konstant bleibendem mittlerem Ernährungszustande ganz gewöhnlich bezüglich des Harnstickstoffes ein grösseres oder geringeres Defizit findet, welches man durch das Nachwachsen von Haaren, Epidermisschuppen, Hufen und durch allerlei unvermeidliche Stickstoffverluste bei der Probenahme des Harnes etc. erklärt. Allerdings wurde der Harnstickstoff vom 6.—11. Dezember zu einer Zeit ermittelt, wo das Pferd bei einer Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen deutlich an Körpergewicht, nämlich von 479 bis 475 *kg* abnahm, so dass möglicherweise ein Theil des Harnstickstoffes von zersetztem Körpereiweiss herrühren konnte; ich glaube aber nicht, dass dies im vorliegenden Falle in einem irgendwie beträchtlichen Grade zutrifft und dass dadurch eine sonst vorhandene Differenz zwischen verdautem und mit dem Harn ausgeschiedenem Stickstoff ausgeglichen worden ist, denn auch in den nachfolgenden Perioden II und III bis V (Bohnenfütterung) ist, wie wir sehen werden, bei anscheinend unverändert bleibendem Ernährungszustande des Pferdes die gleiche Uebereinstimmung in den beiderlei Stickstoffmengen vorhanden. Dagegen ist es sehr bemerkenswerth, dass bei der Maisfütterung (Periode VI und VII) im Verhältniss zum verdauten Stickstoff eine entschieden verminderte Ausscheidung von Harnstickstoff eintrat. Wir werden hierauf später, im Verlaufe dieses Berichtes zurückkommen.

Versuchsperiode II.

Dem bisherigen Futter, 6 *kg* Wiesenheu und 5 *kg* Hafer, wurde vom 23. Dezember an noch 1 *kg* Strohhäcksel von Winterdinkel pro Tag zugelegt und zugleich die Arbeitsleistung wieder von 500 auf 600 Göpelumgänge gesteigert. Es sollte hiermit ein Pferdefutter, wie es fast allgemein üblich ist, hergestellt und zugleich ermittelt werden, ob durch eine solche Zulage von Strohhäcksel vielleicht die Verdaulichkeit und damit die Nährwirkung des

---

1) „Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes", S. 129.

2) Ebendas. S. 132.

3) Ebendas. S. 110. Im Mittel von 4 Versuchsperioden fand man bei einem Futter mit 5761 *g* Nährstoff als normale Arbeitsleistung 575 Göpelumgänge zu 76 *kg* Zugkraft, welche Arbeit 1811 *g* Nährstoff entspricht; also 5761 − 1811 = 3950 *g*.

übrigen Futters erhöht werden könnte, entsprechend einer Ansicht, die bekanntlich in der Praxis sehr verbreitet ist.

Im Beginn dieser Periode, am 23. Dezember 1885, Morgens 8 Uhr ergab sich das Lebendgewicht des Thieres zu 476 *kg* und bis zum 16. Januar 1886, im Verlaufe von 24 Tagen, gestaltete sich dasselbe folgendermassen:

24. Dez. . . .	477,0	1. Jan. . . .	480,5	9. Jan. . . .	479,0
25. „ . . .	478,0	2. „ . . .	481,0	10. „ . . .	479,0
26. „ . . .	478,5	3. „ . . .	481,0	11. „ . . .	479,5
27. „ . . .	479,5	4. „ . . .	480,5	12. „ . . .	479 0
28. „ . . .	480,0	5. „ . . .	480,5	13. „ . . .	478,5
29. „ . . .	480,0	6. „ . . .	480,0	14. „ . . .	479,0
30. „ . . .	479,5	7. „ . . .	480,0	15. „ . . .	478,5
31. „ . . .	480,5	8. „ . . .	480,0	16. „ . . .	478,5

Also von 3 zu 3 Tagen:

24.—26. Dez.	477,8	5.— 7. Jan. . . .	480,2
27.—29. „	479,8	8.—10. „ . . .	479,2
30. Dez. — 1. Jan. . .	480,2	11.—13. „ . . .	479,0
2.—4. Jan.	480,8	14.—16. „ . . .	478,7

Man sieht, dass nach der Beigabe von Strohhäcksel das Lebendgewicht des Pferdes rasch von 476 bis auf 480 *kg* gestiegen ist, dann längere Zeit fast ganz konstant blieb und im letzten Drittel der Periode wieder ein wenig sich verminderte, so dass vom 14.—16. Januar gegenüber dem Durchschnitt der Wägungen an den 3 letzten Tagen von Periode I ein Mehrgewicht von (478,7 – 475,3 =) 3,2 *kg* sich ergab. Dieses Mehrgewicht ist bedingt durch die vermehrte Aufnahme von Futter und Tränke und die damit im Zusammenhang stehende reichlichere Produktion von Harn und namentlich von Koth (s. u.), während das eigentliche Lebendgewicht des Thieres, abgesehen von dem Darminhalt, offenbar ganz unverändert geblieben ist und daher die Arbeitsleistung von 600 Göpelumgängen pro Tag als eine durchaus zutreffende und dem verabreichten Futter entsprechende angesehen werden kann.

Die Tagestemperatur und die Menge des in der Tränke von dem Thier freiwillig aufgenommenen Wassers war in dieser Periode durchschnittlich:

	Mittlere Temperatur	Tränkwasser pro Tag Morgens	Mittags	Abends	In Sa.
24—31. Dez.	– 1,78	6,53 *kg*	9,68 *kg*	10,37 *kg*	26,58 *kg*
1.— 8. Jan.	+ 1,06	4,55 „	8,94 „	12,00 „	25,49 „
9.—16. „	– 2,73	5,08 „	10,33 „	9,90 „	25,31 „

In der Zeit vom 5.—16. Januar, also an 12 Tagen, in der ganzen zweiten Hälfte der Periode wurde die Menge des täglich ausgeschiedenen Harnes und des darin enthaltenen Stickstoffes ermittelt. Zum Vergleich mag auch wiederum das Lebendgewicht des Thieres, die Menge des aufgenommenen Tränkwassers und die Temperatur für die betreffenden Einzeltage mit aufgeführt werden:

Periode II.

Futter: 6 *kg* Heu, 5 *kg* Hafer und 1 *kg* Stroh. (600 Umgänge.)

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperat. ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
5. Jan.	480,5	+ 5,2	29,5	7830	118,73 = 1,51
6. „	480,0	+ 3,2	26,8	8580	135,53 = 1,58
7. „	480,0	– 4,6	23,5	7580	129,06 = 1,70
8. „	480,0	– 4,4	23,6	8100	131,19 = 1,61

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperat. °C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
9. „	479,0	− 4,4	28,5	7450	121,81 = 1,63
10. „	479,0	− 4,1	21,9	8500	132,79 = 1,56
11. „	479,5	− 5,5	28,2	8530	134,54 = 1,58
12. „	479,0	− 5,7	22,7	7450	123,67 = 1,66
13. „	478,5	− 2,5	26,5	8580	134,91 = 1,57
14. „	479,0	− 2,0	24,9	8130	132,25 = 1,63
15. „	478,5	0,0	25,3	7330	123,43 = 1,68
16. „	478,5	+ 0,6	24,5	8180	134,39 = 1,64
Mittel	479,3	− 1,87	25,45	8020	129,36 = 1,61
5.—10. Jan. . .	479,8	− 1,52	25,54	8007	128,19 = 1,60
11.—16. „ . .	478,8	− 2,22	25,35	8033	130,53 = 1,62

Die Ausscheidung des Harns und des darin enthaltenen Stickstoffes erfolgt von einem Tage zum andern nicht ganz so regelmässig und in gleich konstantem Mengenverhältniss, wie dies im Allgemeinen bezüglich des Darmkothes bei unserem Versuchspferd beobachtet wird. Gleichwohl sind im vorliegenden Falle für eine Reihe von Tagen oder in den beiden Hälften des betreffenden Zeitabschnittes die sämmtlichen Zahlenverhältnisse sehr nahe übereinstimmend, was entschieden einen fast unverändert bleibenden Ernährungszustand des Pferdes andeutet; auf die kleine Differenz von 2,34 *g* oder 1,8 pCt. Harnstickstoff ist bei derartigen Versuchen kaum irgend ein Gewicht zu legen, ebensowenig wie auf die Abnahme von 1 *kg*, welche das Lebendgewicht des Thieres im Durchschnitt der Wägungen vom 11.—16. Januar gegenüber dem Gewicht im Mittel der 6 vorhergehenden Tage erlitten hat.

Von frischem Koth wurden pro Tag produzirt in Grammen:

Januar 10.	11.	12.	13.	14.	15.	Mittel.
15 500	16 000	15 200	15 500	15 350	15 500	15 517

Die Produktion war durchschnittlich pro Tag um 2725 *g* grösser als in der Periode I ohne Beigabe von 1 *kg* Strohhäcksel bei sonst gleichem Futter. An Trockensubstanz enthielt der Koth 28,18 pCt., also pro Tag 4372,68 *g*. In dem während dieser Periode verfütterten Heu fand man 83,84 pCt. Trockensubstanz mit 11,79 pCt. Rohprotein, in dem Hafer 85,93 pCt. Trockensubstanz. Ferner ergab sich bei der Untersuchung des Strohes von Winterdinkel und des produzirten Darmkothes.

	Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz. Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Roh-asche
Stroh . . .	83,86	3,58	1,90	48,87	39,20	6,45
Darmkoth . .	71,82	8,15	7,06	34,58	40,28	9,93

Auf Grund der angegebenen Zahlen findet man in der Differenz von Futter und Koth die Menge der verdauten Substanz, welche also unter den hier vorhandenen Verhältnissen zur Ernährung des Thierkörpers beigetragen hat:

	Trocken-substanz *g*	Organ. Substanz *g*	Roh-protein *g*	Roh-fett *g*	Roh-faser *g*	Stickstofffr. Extraktst. *g*
Futter: Heu . . .	5 030,40	4 665,70	593,08	194,67	1 385,87	2 492,10
Hafer . . .	4 296,50	4 119,48	546,09	254,35	514,29	2 804,75
Stroh . . .	838,60	784,51	30,03	15,93	409,82	328,73
In Sa. . .	10 165,50	9 569,69	1 169,20	464,95	2 309,98	5 625,58
Darmkoth	4 372,68	3 938,47	356,37	308,71	1 512,07	1 761,32
Verdaut	5 792,82	5 631,22	812,83	156,24	797,91	3 864,26
Desgl. in pCt. . . .	56,99	58,84	69,52	33,60	34,50	68,69

Hiernach wäre also in Folge der Beigabe von 1 *kg* Stroh in Periode II aus dem Gesammtfutter mehr verdaut worden als in Periode I:

g 279,54 279,46 13,53 5,69 133,75 126,61.

Es kommt aber die so gefundene Menge der verdauten Substanz nicht ganz auf die Rechnung des verzehrten Strohes, sondern dieselbe ist zum Theil auch durch den Umstand bedingt, dass sowohl das Heu als auch der Hafer in Periode II etwas weniger feucht war, mithin entsprechend mehr Trockensubstanz enthielt als in der vorhergehenden Versuchsperiode. Wenn man die aus Heu und Hafer verdaute Substanz hier in demselben Verhältniss, wie dies in Periode I gefunden wurde, in Abzug bringt, so ergiebt sich:

		Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
Verdaut im Ganzen . .	*g*	5792,82	5631,22	812,83	156,24	797,91	3864,26
Verdaut von Heu und Hafer	*g*	5603,60	5435,39	805,96	153,03	675,13	3805,26
Bleibt für Stroh . . .	*g*	189,22	195,83	6,87	3,21	122,78	59,00
Desgl. in	pCt.	22,56	24,96	22,88	20,15	29,96	17,95

Solche Differenzrechnungen können selbstverständlich keine grosse Genauigkeit beanspruchen; das vorliegende Resultat aber bestätigt die schon mehrfach bei hiesigen Versuchen gemachte Beobachtung [1]), dass das Pferd in der That für hartstengeliges Stroh, besonders für das völlig ausgereifte Stroh der Winterhalmfrüchte ein nur sehr geringes Verdauungsvermögen besitzt, daraus also auch nur wenig Nährstoff, zunächst zum Zweck der Kraftproduktion zu entnehmen vermag. Auch ist hier offenbar die Verdauung von Heu und Hafer, wie sie bei ausschliesslicher Verabreichung dieser Futtermittel in Periode I sich herausstellte, durch die Beigabe von Strohhäcksel gar nicht beeinflusst worden, vielmehr ganz unverändert geblieben. Dabei ist jedoch zu erwähnen, dass unser Pferd in einem Alter von etwa 10 Jahren ein gutes Gebiss hatte, daher den Hafer auch ohne die Beigabe von Stroh gut kaute und einspeichelte, so dass immer nur wenige, noch einigermassen volle Körner mit dem Koth zur Ausscheidung gelangten.

Das Nährstoffverhältniss ergiebt sich aus dem obigen Verdauungsversuch für das Gesammtfutter zu 812,8 : 5043,40 = 1 : 6,20 und die Summe der Nährstoffe (verdautes Fett × 2,44) zu 5856,23 *g*. Als Leistungsfähigkeit des Thieres haben wir in dieser Periode eine Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen bei einem Zug von 75 *kg* gefunden, welche Arbeit im Ganzen auf 1,598714, also sehr nahe 1,600000 *kgm* sich berechnet. Diesem entsprechen an Nährstoff 1872 *g*, so dass für die blosse Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande (auf 475 *kg* Lebendgewicht) 5856 − 1872 = 3984 *g*, d. h. ziemlich dasselbe Nährstoffquantum übrig bleibt, welches auch die Versuchsperiode I ergab.

Versuchsperiode III, IV und V.

Vom 16. bis 20. Januar 1886 wurden nach und nach 2½ *kg* Hafer durch 2½ *kg* Ackerbohnen ersetzt, um die Wirkung eines stickstoffreichen Kraftfutters gegenüber dem Hafer zu beobachten, während das übrige Futter (Heu und Stroh) in seinen Mengenverhältnissen keine Veränderung erlitt. Vom 20. Januar an blieb die Tagesration vorläufig konstant und bestand aus 6 *kg* Heu, 1 *kg* Stroh, 2½ *kg* Hafer und 2½ Ackerbohnen; die letzteren verabreichte man trocken und als ganze Bohnen, weder eingeweicht noch geschrotet.

1) Vgl. „Grundlagen etc.", S. 43, namentlich Stroh Nr. 2.

Das Lebendgewicht des Thieres war am Schluss der vorhergehenden Periode, am 16. Januar Morgens = 478,5 und im Durchschnitt der 3 letzten Tage = 478,7 *kg*; nach der vorgenommenen Futterveränderung ergab sich als Resultat der täglichen Wägungen vom 17. Januar bis 20. Februar, im Verlaufe von 35 Tagen und zwar bei einer Arbeitsleistung von unverändert 600 Göpelumgängen mit 75 *kg* Pferdezug pro Tag:

17. Jan. . . .	477,0	29. Jan. . . .	478,0	10. Febr. . . .	477,0
18. „ . . .	478,0	30. „ . . .	477,5	11. „ . . .	477,0
19. „ . . .	479,0	31. „ . . .	478,0	12. „ . . .	476,5
20. „ . . .	478,5	1. Febr. . . .	477,5	13. „ . . .	478,0
21. „ . . .	478,0	2. „ . . .	478,5	14. „ . . .	477,5
22 „ . . .	479,0	3. „ . . .	477,5	15. „ . . .	477,0
23. „ . . .	479,0	4. „ . . .	477,0	16. „ . . .	477,0
24. „ . . .	478,0	5. „ . . .	477,0	17. „ . . .	476,5
25. „ . . .	478,0	6. „ . . .	476,5	18. „ . . .	476,5
26. „ . . .	478,5	7. „ . . .	476,0	19. „ . . .	477,5
27. „ . . .	477,5	8 „ . . .	476,5	20. „ . . .	476,5
28. „ . . .	477,5	9. „ . . .	477,5		

Ferner im Mittel von 3 zu 3 Tagen:

17.—19. Jan. . . .	478,0	4.— 6. Febr. . . .	476,8
20.—22. „ . . .	478,5	7.— 9. „ . . .	476,7
23.—25. „ . . .	478,3	10.—12. „ . . .	476,8
26.—28. „ . . .	477,8	13.—15. „ . . .	477,5
29.—31. „ . . .	477,8	16.—18. „ . . .	476,7
1.— 3. Febr. . . .	477,8	19.—20. „ . . .	477,0

Das Körpergewicht ist also merkwürdig konstant und damit anscheinend die Leistungsfähigkeit des Pferdes ganz unverändert geblieben; die stickstoffreichen Ackerbohnen haben durchaus nicht anders und besser gewirkt, als ein gleiches Gewicht von gutem Hafer. Die täglichen Schwankungen im Lebendgewicht bewegen sich nur zwischen 476,5 und 478,5 *kg*, und eher ist eine kleine Neigung zur Abnahme als zur Steigerung desselben zu bemerken, insofern der Durchschnitt aller Wägungen in der ersten Hälfte der ganzen Periode = 478,03 und in der zweiten Hälfte = 476,92 *kg* war; jedoch kann eine so geringe Differenz von nur 1,11 *kg* nicht in Betracht kommen.

Es sollte nun eine möglichst einseitige Steigerung im *Fettgehalt* des Futters stattfinden, indem man vermuthen konnte, dass dann auch eine bessere Ausnutzung der übrigen Bestandtheile und eine erhöhte Nährwirkung des stickstoffreichen Gesammtfutters erfolgen würde. Zu diesem Zweck verabreichte man pro Tag 0,75 *kg* gequetschte Leinsamen und verminderte gleichzeitig die Ration der Ackerbohnen von 2,5 auf 2 *kg*, während das sonstige Futter ganz dasselbe war wie in Periode III. Die Leinsamenfütterung dauerte 33 Tage lang, vom 21. Februar bis zum 25. März, während welcher Zeit bei etwas wechselnder Arbeitsleistung ziemlich beträchtliche Schwankungen im Lebendgewicht des Pferdes beobachtet wurden, nämlich:

600 Umgänge.		650 Umgänge			
21. Febr. . . .	477,0	28. Febr. . . .	478,0	7. März . . .	475,0
22. „ . . .	476,5	1. März . . .	477,0	8. „ . . .	475,5
23. „ . . .	477,5	2. „ . . .	475,5	9. „ . . .	474,5
24 „ . . .	478,0	3. „ . . .	475,0	10. „ . . .	473,5
25. „ . . .	478,0	4. „ . . .	475,0	11. „ . . .	473,0
26. „ . . .	479,0	5. „ . . .	475,0	12. „ . . .	472,0
27. „ . . .	478,0	6. „ . . .	475,5	13. „ . . .	472,0
				14. „ . . .	471,5

15. März	472,0	18. März	473,0	22. März	474,0
16. „	471,0	19. „	473,0	23. „	474,0
600 Umgänge.		20. „	473,5	24. „	474,5
17. März	472,0	21. „	474,5	25. „	474,0

Im Durchschnitt der Wägungen an 3 auf einander folgenden Tagen:

600 Umgänge.		650 Umgänge.		600 Umgänge.	
21.—23. Febr.	477,0	28. Febr. — 2. März	476,8	17.—19. März	472,7
24.—25. „	478,0	3.— 4. „	475,0	20.—22. „	474,0
26.—27. „	478,5	6.— 8. „	475,3	23.—25. „	474,2
		9.—11. „	472,6		
		12.—14. „	471,8		
		15.—16. „	471,5		

Bei einer Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen schien das Körpergewicht langsam zu steigen; es wurde daher die erstere auf 650 Umgänge erhöht, was jedoch entschieden eine Abnahme des Gewichtes zur Folge hatte, während wiederum eine allmählige Zunahme sich bemerkbar machte, als man zu der Tagesarbeit von 600 Umgängen zurückkehrte. Die wirkliche Leistungsfähigkeit des Thieres lässt sich hiernach zu 625 Göpelumgängen pro Tag annehmen, was 1,665300 *kgm* entspricht und eine auffallend geringe Wirkung der Beigabe von Leinsamen andeutet, obgleich damit die Menge des aus dem Gesammtfutter verdauten Fettes um etwa 150 *g* erhöht war, ohne dass die übrigen Bestandtheile des Futters irgend eine Verdauungsdepression erlitten hätten (s. u.). Diese auffallend geringe Wirkung des Fettes für die Kraftproduktion vermag ich vorläufig nicht zu erklären; vielleicht wäre dieselbe bei einer grösseren Tagesarbeit oder Muskelanstrengung günstiger ausgefallen oder es haben dabei individuelle Eigenthümlichkeiten unseres Versuchspferdes störend eingewirkt, was erst in weiteren Versuchen zu ermitteln ist.

Mit dem 25. März hörte die Leinsamenfütterung auf, und man verabreichte nun wiederum dasselbe Futter wie in der Versuchsperiode III, nur mit dem Unterschied, dass man die Bohnen mit einem gleichen Gewicht Wasser 24 Stunden lang aufquellen liess, in welchem Zustande sie alsdann von dem Pferd mitsammt dem Einweichwasser verzehrt wurden. Die Tagesration bestand also aus 6 *kg* Heu, 1 *kg* Strohsäcksel, $2\frac{1}{2}$ *kg* Hafer und $2\frac{1}{2}$ *kg* Ackerbohnen, und diese Periode, als V bezeichnet, dauerte vom 26. März bis 18. April, also 24 Tage. Hierbei fand man:

26. März	475,0	3. April	475,0	11. April	472,5
27. „	476,0	4. „	474,5	12. „	473,0
28. „	476,0	5. „	473,5	13. „	472,5
29. „	475,5	6. „	473,0	14. „	472,0
30. „	477,0	7. „	473,5	15. „	473,0
31. „	476,0	8. „	473,5	16. „	472,5
1. April	475,5	9. „	473,0	17. „	472,0
2. „	475,0	10. „	473,0	18. „	472,0

26.—28. März	475,7	7.— 9. April	473,3
29.—31. „	476,2	10.—12. „	472,8
1.— 3. April	475,2	13.—15. „	472,5
4.— 6. „	473,7	16.—18. „	472,5

Im Beginn der Periode V, in dem ersten Drittel derselben hat offenbar, wie häufig beobachtet wird, das Verhältniss zwischen Futter und Arbeit, wie es in der letzten Zeit der vorhergehenden Periode eingehalten wurde, noch nachgewirkt und eine weitere kleine Steigerung des Lebendgewichtes veranlasst,

während dieses in dem zweiten Drittel der Periode V ein wenig abnahm und in dem dritten Drittel ziemlich konstant sich gestaltete, so dass man die Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen wohl als dem verabreichten Futter entsprechend annehmen kann. Jedenfalls ergiebt sich schon aus den bisher mitgetheilten Resultaten der Versuchsperioden III bis V, in welchen die Fütterungsweise vom 17. Januar bis 18. April, also 3 Monate hindurch im Wesentlichen unverändert blieb, mit aller Klarheit, dass die stickstoffreichen Ackerbohnen unter den hier vorhandenen, als mittlere zu bezeichnenden Verhältnissen, für die Kraftproduktion des Pferdes höchstens eine gleiche, keinenfalls aber eine höhere Wirkung geäussert haben, als reiner Hafer von guter Qualität.

Wir betrachten nun die Ergebnisse der weiteren, bei den Versuchen mit Bohnenfütterung angestellten Beobachtungen, zunächst mit Bezug auf die durchschnittliche Tagestemperatur und die Wasseraufnahme in der Tränke. In Periode V wurde das Einweichwasser der Bohnen (2,5 *kg*) auf die 3 Tageszeiten gleichmässig vertheilt und dem jedesmal aufgenommenen Tränkwasser zugerechnet.

		Mittlere Temperatur	Tränkwasser pro Tag Morgens	Mittags	Abends	In Sa.
Periode III.	17.—28. Jan. . .	– 1,50° C.	6,43 *kg*	9,99 *kg*	10,52 *kg*	26,94 *kg*
	29. Jan. — 9. Febr.	– 1,10 „	6,36 „	10,32 „	9,94 „	26,62 „
	10.—20. Febr. . .	– 1,73 „	7,07 „	9,70 „	9,89 „	26,62 „
Periode IV.	21.—27. Febr. . .	– 0,46° C.	6,16 *kg*	10,70 *kg*	10,53 *kg*	27,39 *kg*
	28. Febr. — 16. März	– 3,71 „	7,08 „	9,35 „	9,40 „	25,83 „
	17.—25. März . .	+ 5,89 „	6,23 „	10,28 „	12,33 „	28,84 „
Periode V.	26. März — 2. April	+11,29° C.	8,75 *kg*	9,68 *kg*	12,97 *kg*	31,40 *kg*
	3.—10. April . .	11,03 „	6,81 „	10,58 „	12,21 „	29,60 „
	11.–18. „ . .	6,56 „	7,34 „	8,57 „	11,98 „	27,89 „

Da das Futter nach Quantität und Qualität, wie auch die Tagesarbeit in allen 3 Perioden sehr nahe übereinstimmte, so scheint hier die ungleiche Aufnahme von Tränkwasser fast ausschliesslich bedingt gewesen zu sein durch die von einem Zeitabschnitt zum andern wechselnde Tagestemperatur, welcher das Pferd in der freien Luft während seiner Arbeit am Göpel ausgesetzt war.

Bestimmungen des Harnstickstoffes wurden wiederum in jeder Periode an einer Reihe von aufeinander folgenden Tagen vorgenommen. Die Resultate sind in den folgenden Tabellen übersichtlich zusammengestellt.

Periode III.

Futter: 6 *kg* Heu + $2^1/_2$ *kg* Hafer + 1 *kg* Stroh + $2^1/_2$ *kg* Ackerbohnen. 600 Göpelumgänge pro Tag.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g*	pCt.
27. Jan. . . .	477,5	+0.5	28,2	10 030	179,49 =	1,78
28. „ . . .	477,5	–0,3	26,9	10 050	182,59 =	1,74
29. „ . . .	478,0	–0,3	27,8	9 800	176,04 =	1,80
30. „ . . .	477,5	+2,7	24,5	9 150	179,01 =	1,95
31. „ . . .	478,0	+1,9	26,8	9 650	164,38 =	1,70
1. Febr. . .	477,5	+3,2	25,5	9 980	181,62 =	1,82
2. „ . .	478,5	+0,6	24,8	9 530	165,56 =	1,73
3. „ . .	477,5	+1,5	25,9	9 280	168,18 =	1,81
4. „ . .	477,0	–0,1	28,4	—	—	1,84 [1]
5. „ . .	477,0	–1,2	22,2	9 950	176,39 =	1,77
6. „ . .	476,5	–3,4	26,1	9 580	174,50 =	1,82
7. „ . .	476,0	–5,9	26,2	9 560	176,45 =	1,85
Mittel . .	477,4	–0,07	26,12	9 727	174,93 =	1,80

1) Es ging an diesem Tage von dem Harn etwas verloren, so dass nur der Prozentgehalt an Stickstoff ermittelt werden konnte.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur °C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g*	pCt.
27. Jan.–1. Febr.	477,7	+1,28	26,63	9 852	177,19 =	1,80
2.—6. Febr. . .	477,1	−1,42	25,60	9 578	172,22 =	1,80
Dasselbe Futter und die gleiche Arbeit.						
15. Febr. . .	477,0	−3,2	29,6	10 310	178,46 =	1,73
16. „ . .	477,0	−2,6	25,1	9 550	170,30 =	1,78
17. „ . .	476,5	+2,1	28,1	10 000	173,08 =	1,73
18. „ . .	476,5	−2,5	26,8	10 180	178,09 =	1,75
19. „ . .	477,5	−0,8	25,0	10 200	174,41 =	1,71
20. „ . .	476,5	−2.3	28,2	10 300	175,42 =	1,70
Mittel . .	476,8	−1,55	27,13	10 090	174,96 =	1,73

In der Zeit vom 27. Januar bis 7. Februar ist nach vorstehenden Bestimmungen im Durchschnitt pro Tag genau dieselbe Menge Stickstoff mit dem Harn ausgeschieden worden, wie vom 15. bis 20. Februar. Darauf dass in der ersten Hälfte der vom 27. Januar bis 7. Februar aufeinander folgenden Tage die betreffende Ausscheidung um ca. 5 *g* grösser war als in der zweiten, ist wohl kein Gewicht zu legen, zumal diese Differenz sofort bis auf die Hälfte, nämlich 2,52 *g* = 1,44 pCt. sich vermindert, wenn man die am 1. Februar gefundene, besonders grosse Zahl (181,62 *g*) der zweiten und nicht der ersten Abtheilung jener Tage zuzählt.

Periode IV.

Futter: 6 *kg* Heu + 1 *kg* Stroh + $2^1/_2$ *kg* Hafer + 2 *kg* Bohnen + 0,75 *kg* Leinsamen. 650 Göpelumgänge.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur °C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g*	pCt.
8. März . .	475,5	− 4,5	23,4	10 880	—	—
9. „ . .	474,5	− 7,6	25,8	10 180	172,53 =	1,69
10. „ . .	473,5	− 6,3	28,2	9 580	172,09 =	1,80
11. „ . .	473,0	− 7,6	23,4	9 980	181,19 =	1,81
12. „ . .	472,0	− 6,2	27,5	10 590	185,61 =	1,75
13. „ . .	472,0	− 5,6	29,3	9 850	175,54 =	1,78
14. „ . .	471,5	− 4,1	26,5	10 250	189,96 =	1,85
15. „ . .	472,0	− 2,6	28,4	10 050	178,40 =	1,77
16. „ . .	471,0	− 1,3	29,9	10 130	192,78 =	1,92
Mittel . . .	472,8	− 5,09	26,93	10 166	181,01 =	1,78
8.—12. März .	473,7	− 6,44	25,66	10 242	177,86 =	1,74
13.—16. „ .	471,6	− 3,53	28,53	10 070	184,17 =	1,83

Gleichzeitig mit dem Fallen des Lebendgewichtes sind die durchschnittlich pro Tag ausgeschiedenen Mengen des Harnstickstoffes in der zweiten Hälfte der betreffenden Bestimmungen etwas erhöht und es scheint damit ein allmählich zunehmender Zerfall von Körpereiweiss angedeutet zu werden; jedoch ist zu erwähnen, dass hier, wie in allen Versuchsperioden von I bis V die Menge des aus dem Futter verdauten und resorbirten Stickstoffes sehr nahe übereinstimmt mit der Menge des im Harn gefundenen Stickstoffes (s. u.).

Periode V.

Futter: 6 *kg* Heu + 1 *kg* Stroh + 2½ *kg* Hafer + 2½ *kg* Bohnen (gequellt). Arbeit: 600 Göpelumgänge.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur °C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
5. April . .	473,5	+ 14,9	34,6	8 730	174,38 = 1,98
6. „ . .	473,0	+ 14,9	32,4	9 930	179,39 = 1,80
7. „ . .	473,5	+ 6,7	27,8	9 180	163,02 = 1,77
8. „ . .	473,5	+ 13,7	36,8	9 830	177,77 = 1,81
9. „ . .	473,0	+ 6,4	24,6	9 030	168,02 = 1,86
10. „ . .	473,0	+ 3,2	19,4	9 530	163,81 = 1,72
11. „ . .	472,5	+ 5,8	30,5	10 300	178,92 = 1,73
12. „ . .	473,0	+ 7,1	29,2	9 680	176,72 = 1,81
13. „ . .	472,5	+ 8,6	24,2	9 550	168,15 = 1,76
14. „ . .	472,0	+ 7,5	27,4	10 330	181,30 = 1,75
Mittel . . .	473,0	+ 8,88	28,69	9 609	173,15 = 1,80
5.—9. April	473,3	+ 11,32	31,24	9 340	172,52 = 1,85
10.—14. „	472,6	+ 6,44	26,14	9 878	173,78 = 1,76

In der ersten Hälfte des hier in Betracht kommenden Zeitabschnittes ist bedeutend mehr Wasser in der Tränke (mit Einschluss des Einweichwassers der Bohnen), als in der zweiten Hälfte aufgenommen worden, während die Menge des täglich produzirten Harnes im Gegentheil eine etwas, wenn auch nur wenig geringere war. Es steht dies wiederum im Zusammenhang mit der beträchtlichen Differenz, welche bezüglich der Lufttemperatur während der Arbeit des Pferdes am Göpel, also im Freien beobachtet wurde. Aus derselben Ursache ist auch die Harnausscheidung in den Perioden III und IV ungeachtet der geringeren Wasseraufnahme in der Tränke (durchschnittlich 26,78 *kg* pro Tag) eine etwas grössere (durchschnittlich 10 038 *g*) als in der Periode V. Die Ausscheidung von Harnstickstoff war im Durchschnitt von je 5 Tagen eine ziemlich konstante, woraus wohl zu entnehmen ist, dass auch der Ernährungszustand des Pferdes unter den vorhandenen Umständen keine wesentliche Veränderung erlitten hat, Futter und Arbeit also in einem richtigen Verhältniss zu einander standen.

Die täglich produzirte Harnmenge war in den Perioden III—V bei dem stickstoffreicheren Futter und bei etwas erhöhter Wasseraufnahme in der Tränke durchschnittlich um fast 2000 *g* grösser als in Periode II, was damit übereinstimmt, dass bei reichlicherer Verdauung und Resorption von Eiweiss auch davon mehr in Körper zersetzt wird und der betreffende Stickstoff zu seiner Ausscheidung im Harn als Harnstoff, Hippursäure etc. mehr Wasser verlangt, also die Produktion eines grösseren Volumens und Gewichtes von Harn bedingt. Dagegen zeigten die Gewichte des frischen, wasserhaltigen Kothes in den Perioden III bis V unter sich an den einzelnen Tagen, wie auch mit denen der Periode II (s. S. 11 = 15 517 *g* pro Tag) eine merkwürdige Uebereinstimmung, wie aus den folgenden Zahlen zu ersehen ist.

Periode IIIa.	31. Jan.	1. Febr.	2.	3.	4.	5.	Mittel
g	15 400	15 750	15 400	15 100	15 500	15 100	15 375
„ IIIb.	15. Febr.	16.	17.	18.	19.	20.	
g	15 250	15 100	15 200	15 100	15 350	15 400	15 233
Periode IVa.	7. März	8.	9.	10.	11.	12.	
g	15 000	15 500	15 600	15 300	15 500	15 200	15 350
„ IVb.	21. März	22.	23.	24.	—	—	
g	15 150	15 900	15 250	15 800	—	—	15 525

Periode V.	4. April	5.	6.	7.	8.	9.	
g	15 650	15 200	15 350	15 100	15 250	15 100	15 275

Nach dem Vortrocknen im grossen Trockenschrank und nachdem man die Einzelproben alsdann 24 Stunden bei gewöhnlicher Zimmertemperatur hatte liegen lassen, ergab sich folgender prozentiger Gehalt des frischen Darmkothes an „lufttrockener“ Substanz:

		1. Tag	2.	3.	4.	4.	5.	Mittel
Periode IIIa. . .	pCt.	29,16	28,84	29,16	29,04	28,86	28,20	28,90
„ IIIb. . .	„	29,57	29,34	29,15	29,00	29,07	29,03	29,19
„ IVa. . .	„	28,54	27,83	28,67	28,90	29,49	29,80	28,87
„ IVb. . .	„	29,38	29,27	29,50	28,13	—	—	29,04
„ V. . .	„	28,68	29,15	28,85	29,34	29,11	28,61	28,96

Im Einzelnen können diese Zahlen naturgemäss nicht so genau mit einander übereinstimmen, als wenn man an jedem Tage der betreffenden Periode den prozentigen Gehalt frischen Darmkothes nicht an „lufttrockener“ Substanz, sondern an völlig wasserfreier Substanz ermittelt hätte; indess ist die Uebereinstimmung doch eine verhältnissmässig grosse, und man sieht daraus, wie konstant der Trockengehalt des Darmkothes bei unserem Versuchspferd unter normalen und ganz geregelten Verhältnissen von einem Tage zum andern sich gestaltete.

Bei der Bestimmung der Trockensubstanz in den Futtermitteln ist es sehr schwierig, bezüglich der in jeder Periode verabreichten Portion zu ganz genauen Resultaten zu gelangen und somit auch genau festzustellen, wieviel von den einzelnen Futterbestandtheilen wirklich von dem Thier verzehrt wurde. Für das Heu und Stroh ergab sich von Periode IIIa bis V eine regelmässige und nicht unbeträchtliche Zunahme im Prozentgehalt an Trockensubstanz in Folge des allmählichen Austrocknens des für die Versuche bestimmten Quantums, während bei dem Hafer und den Ackerbohnen Schwankungen sich bemerkbar machen, die nicht immer recht erklärbar sind. Es können hierbei gar leicht kleine Irrthümer vorkommen, und ich vermuthe, dass darauf zum Theil die Differenzen beruhen, welche man zuweilen hinsichtlich der Menge der anscheinend verdauten und resorbirten Substanz bei einem und demselben Futter zu verschiedenen Zeiten beobachtet, — abgesehen davon, dass derartige Fehler auch, aber wohl nicht in gleich hohem Grade, bei der Bestimmung der Trockensubstanz im Koth stattfinden können. Als prozentiger Gehalt an Trockensubstanz wurde in den lufttrocknen Futtermitteln gefunden:

	Per. IIIa.	IIIb.	IV.	V.
Wiesenheu	81,71	82,84	85,05	85,80
Dinkelstroh	82,64	84,24	85,78	86,16
Hafer	87,11	85,52	85,85	86,97
Ackerbohnen . . .	85,23	83,21	81,74	83,01

Die chemische Analyse der Bohnen und Leinsamen, sowie des in jeder Periode produzirten Darmkothes ergab:

	Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz				
		Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Roh-asche
Ackerbohnen .	85,23	29,59	1,73	8,14	57,27	3,27
Leinsamen . .	91,17	26,61	36,47	4,78	26,00	6,14
Koth, Per. IIIa.	27,65	10,17	6,80	34,06	39,23	9,74
„ „ IIIb.	27,17	10,11	6,86	35,19	38,25	9,59
„ „ V. .	27,34	10,12	6,91	35,48	37,87	9,62
„ „ IV. .	27,63	10,44	9,01	34,30	36,67	9,58

In Periode III, a und b, sowie in V ist der Koth bei gleichem Futter auch fast ganz gleich zusammengesetzt; in Periode V enthält derselbe in Folge der Beigabe von Leinsamen mehr Fett und ausserdem unbedeutend mehr Protein.

Die Menge der anscheinend aus dem Futter verdauten Substanz ersieht man aus der folgenden Zusammenstellung.

	Trocken-substanz	Organ. substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Periode IIIa.						
Futter: Heu . .	4 902,60	4547,16	578,02	189,73	1350,67	2428,75
Stroh . .	826,40	773,10	29,59	15,70	403,86	323,95
Hafer . .	2 177,75	2088,03	276,81	128,92	260,67	1421,63
Bohnen .	2 133,00	2061,76	631,15	36,90	173,63	1220,08
In Sa. .	10 039,75	9470,05	1515,57	371,25	2188,83	5394,41
Darmkoth . . .	4 251,18	3835,84	432,35	289,08	1447,93	1667,74
Periode IIIb.						
Futter: Heu . .	4 970,40	4610,05	586,01	192,35	1369,35	2462,34
Stroh . .	842,40	788,06	30,16	16,00	411,68	330,22
Hafer . .	2 138,00	2049,91	271,74	126,57	255,92	1395,68
Bohnen .	2 080,20	2010,72	615,53	35,99	169,33	1189,87
In Sa. .	10 021,00	9458,74	1503,44	370,91	2206,28	5278,11
Darmkoth . . .	4 138,80	3741,89	418,44	283,92	1456,44	1583,09
Periode V.						
Futter: Heu . .	5 148,00	4774,77	606,95	199,22	1418,28	2550,32
Stroh . .	861,60	806,03	30,85	16,37	421,06	337,75
Hafer . .	2 174,25	2084,67	276,35	128,71	260,26	1419,35
Bohnen .	2 075,25	2005,94	614,07	35,90	168,93	1187,04
In Sa. .	10 259,10	9671,41	1528,22	380,57	2268,53	5494,46
Darmkoth . . .	4 176,18	3774,43	401,75	422,63	288,57	1581,52

Verdaut wurde nach der Differenz von Futter und Koth in Gramm:

Periode IIIa. . .	5788,52	5634,21	1083,22	82,17	740,88	3726,67
„ IIIb. . .	5882,20	5716,85	1085,00	86,99	749,84	3795,02
„ V. . . .	6082,92	5896,98	1105,59	91,63	786,82	3912,94
Mittel . . .	5917,88	5749,35	1091,27	86,93	759,18	3811,54

Zur Vergleichung mögen hier auch die Verdauungszahlen aus der Periode II (Futter: 6 *kg* Heu + 1 *kg* Stroh + 5 *kg* Hafer) Erwähnung finden:

Periode II. . . .	5792,68	5631,22	812,83	156,24	797,91	3864,26

In Prozenten des gleichnamigen Futterbestandtheiles wurde verdaut:

Periode IIIa. pCt.	57,65	59,49	71,47	22,12	33,85	69,08
„ IIIb. „	58,70	60,44	72,17	23,45	33,99	70,05
„ V. „	59,29	60,97	72,34	24,10	34,69	71,22
Mittel pCt.	58,55	60,30	71,99	23,22	34,18	70,12

Ferner fand man für *Periode IV* in Gramm:

Futter: Heu . .	5 103,00	4733,03	601,64	197,48	1405,88	2528,03
Stroh . .	857,80	802,47	30,71	16,30	419,20	336,26
Hafer . .	2 146,25	2057,82	272,79	127,06	256,91	1401,07
Bohnen .	1 634,80	1580,20	483,74	28,28	133,07	935,11
Leinsamen	683,77	641,79	181,95	249,37	181,95	177,79
In Sa. .	10 425,62	9815,31	1570,83	618,49	2247,74	5378,26
Darmkoth . . .	4 241,20	3834,89	442,78	382,13	1454,73	1555,25
Verdaut	6 184,42	5980,42	1128,05	236,36	793,01	3823,01
Desgl. in Prozenten	59,32	60,93	71,81	38,21	35,28	71,08

Es sind also nach obigen Zahlen in Periode V, in welcher die Bohnen im gequellten Zustande verabreicht wurden, sonst aber die Fütterungsweise ganz dieselbe war wie in Periode III, an organischer Substanz 221,5 *g* mehr verdaut worden, als in der letzteren Periode (Durchschnitt von IIIa und b); es war aber auch die tägliche Aufnahme von organischer Substanz im Futter um 207 *g* erhöht und dies ausschliesslich durch die etwas trocknere Beschaffenheit vom Heu und Stroh bedingt (Differenz 221,6 *g* organische Substanz). Das Einquellen der Bohnen hat jedenfalls nur eine höchst unbedeutende Erhöhung der Verdaulichkeit dieses Futtermittels bewirkt; die aus dem Gesammtfutter mehr verdaute Substanz stammt zum grösseren Theil aus dem verhältnissmässig mehr aufgenommenen Heu und Stroh. Hiermit steht auch wohl im Zusammenhang, dass trotz der etwas grösseren Menge von Gesammtnährstoff in Periode V doch die Leistungsfähigkeit des Pferdes nicht wesentlich höher erschien als in Periode III; hier wie dort betrug dieselbe gleichmässig 600 Göpelumgänge pro Tag bei einem Zug von 75 *kg*. Wenigstens ergab sich dies aus dem in beiden Fällen fast ganz konstant bleibenden Lebendgewicht; der Umstand, dass in Periode V die Differenz zwischen Harnstickstoff und verdautem Stickstoff für den letzteren sich etwas günstiger gestaltete, als in Periode III, kann wohl kaum ins Gewicht fallen, da sie nur unbedeutend ist, nämlich:

	Harnstickstoff	Verdauter Stickstoff	Differenz
Periode IIIa. . .	174,93 *g*	173,31 *g*	− 1,62
„ IIIb. . .	174,96 „	173,60 „	− 1,36
„ V. . . .	173,15 „	176,88 „	+ 3,73

Als Nährstoffverhältniss und Gesammtnährstoff (verdautes Fett × 2,44) ergab sich:

Periode IIIa. . . .	1083,22 : 4668,05 = 1 : 4,31;	in Sa. 5751,27 *g*
„ IIIb. . . .	1085,00 : 4757,12 = 1 : 4,38;	„ „ 5842,26 *g*
„ V. . . .	1105,59 : 4923,34 = 1 : 4,45;	„ „ 6028,93 *g*
Mittel	1091,27 : 4782,84 = 1 : 4,38;	in Sa. 5873,11 *g*
Periode II.	812,83 : 5043,40 = 1 : 6,20;	„ „ 5856,23 *g*

Wie man sieht, ist die Menge des Gesammtnährstoffes in dem Durchschnitt der Perioden III und V sehr nahe übereinstimmend mit Periode II, während die Leistungsfähigkeit des Thieres ebenfalls die gleiche war. Man kann daraus entnehmen, dass das stickstoffreichere Futter keinen grösseren Nähreffekt für die Kraftproduktion, als das stickstoffärmere hat, vorausgesetzt immer, dass in dem letzteren das durchaus erforderliche Minimum von Eiweiss vorhanden ist, was jedenfalls bei einem Quantum von 130 *g* Stickstoff in dem verdauten Rohprotein (s. Periode II) sehr reichlich, wahrscheinlich schon bei einem weit geringeren Quantum, etwa von 80 *g* zutrifft. Ueber dieses Minimum hinaus produzirt das aus dem Futter verdaute Eiweiss bei seinem Zerfall im thierischen Organismus nicht mehr nutzbare Kraft, keinen höheren Nutzeffekt für mechanische Arbeitsleistung, als ein gleiches Gewicht von reinem Stärkemehl oder als ein Aequivalent von anderen stickstofffreien Nährstoffen.

In Periode IV hat, wie schon hervorgehoben wurde, die Beigabe von Leinsamen und die dadurch bedingte Mehrverdauung von 149,43 *g* Fett pro Tag eine auffallend geringe Wirkung geäussert, wie sowohl aus der Gestaltung des Lebendgewichtes, als auch aus den Bestimmungen des Harnstickstoffes zu ersehen ist (s. S. 13 u. 16). Die Gesammtmenge des verdauten Nährstoffes berechnet sich auf 6320,79 *g* (Nährstoffverhältniss = 1 : 4,61), gegenüber von durch-

schnittlich 5873,11 *g* in Periode III und V, und dabei hat sich die Leistungsfähigkeit des Pferdes anscheinend nur von 600 auf 625 Göpelumgänge pro Tag oder von rund 1,600000 auf 1,666700 *kgm* erhöht, während nach früheren Versuchsresultaten[1]) eine Erhöhung um nicht weniger als 382 600 (85 400 × 448), also von 1,600000 bis auf fast 2 Millionen Kilogrammmeter hätte eintreten müssen. Eine Erklärung dieser auffallenden Erscheinung lässt sich vorläufig nicht geben.

Versuchsperiode VI und VII.

Der *Mais* wird als Kraftfutter für das Pferd neben dem Hafer oder anstatt desselben besonders häufig empfohlen und wirklich angewandt; es ist daher auch diese Körnerart in den Hohenheimer Pferde-Fütterungsversuchen schon mehrmals auf Verdaulichkeit und Nährwirkung geprüft worden. Gleichwohl war es von Interesse, die betreffenden Versuche unter den hier eingehaltenen Bedingungen und mit einigen Modifikationen zu wiederholen, sowie namentlich möglichst genau zu ermitteln, wie der Mais bezüglich der Kraftproduktion des Pferdes gegenüber dem so viel stickstoffreicheren, in seinen Verdaulichkeitsverhältnissen aber ihm ähnlichen Bohnenfutter sich verhält.

Am 18. April, dem letzten Tage der Periode V wog das Pferd 472,0 und im Mittel der 3 Tage vom 16.—18. April 472,2 *kg*. Mit dem 19. April begann die Maisfütterung, indem man in der Uebergangszeit täglich ½ *kg* Bohnen durch ½ *kg* Mais ersetzte, so dass also am 23. April die neue Fütterungsweise hergestellt war; diese bestand in einer Tagesration von 6 *kg* Heu + 1 *kg* Stroh + 2½ *kg* Hafer und 2½ *kg* Mais, welcher trocken und in ganzen Körnern verabreicht wurde. Die Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen blieb hierbei vorläufig unverändert und das Lebendgewicht des Pferdes erhöhte sich langsam, wie die Resultate der täglichen Wägungen beweisen:

19. April . . .	472,5	1. Mai . . .	473,5	14. Mai . . .	476,0
20. „ . . .	473,0	2. „ . . .	473,5	15. „ . . .	475,5
21. „ . . .	472,0	3. „ . . .	473,0	16. „ . . .	475,5
22. „ . . .	473,0	4. „ . . .	474,0	17. „ . . .	476,0
23. „ . . .	473,0	5. „ . . .	474,5	18. „ . . .	476,5
24. „ . . .	472,5	6. „ . . .	474,0	19. „ . . .	476,0
25. „ . . .	473,5	7. „ . . .	475,0	20. „ . . .	476,0
26. „ . . .	473,0	8. „ . . .	475,0	21. „ . . .	476,5
27. „ . . .	473,0	9. „ . . .	474,5	22. „ . . .	475,5
28. „ . . .	474,0	10. „ . . .	475,5	23. „ . . .	475,5
29. „ . . .	474,0	11. „ . . .	475,5	24. „ . . .	475,0
30. „ . . .	473,5	12. „ . . .	475,0	25. „ . . .	475,0
		13. „ . . .	476,0		

Im Mittel der Wägungen von je 3 aufeinander folgenden Tagen:

19.—21. April . .	472,5	1.— 3. Mai . .	473,3	13.—15. Mai . .	475,8
22.—24. „ . .	472,8	4.— 6. „ . .	474,2	16.—18. „ . .	476,0
25.—27. „ . .	473,2	7.— 9. „ . .	474,8	19.—21. „ . .	476,2
28.—30. „ . .	473,8	10.—12. „ . .	475,2	22.—25. „ . .	475,3

In den letzten Tagen der Periode schien das Lebendgewicht des Thieres wiederum ein kleinwenig sich zu vermindern; es steht dies, wie ich glaube, im

1) S. O. KELLNER „Untersuchungen über einige Beziehungen zwischen Muskelthätigkeit und Stoffzerfall im thierischen Organismus". Berlin, 1880 bei P. PAREY, S. 42 ff. — Ferner E. WOLFF „Grundlagen einer rationellen Fütterung des Pferdes." Berlin, b. P. PAREY 1885, S. 92 ff.

Zusammenhang mit der überaus hohen Lufttemperatur in der betreffenden Zeit, wodurch die Wärme an der inneren Wandung des hohen Bretterzaunes, welcher die Göpelbahn einschliesst, während der Arbeit des Pferdes, namentlich in den Nachmittagsstunden nicht selten bis über 40° C. anstieg. Ausserdem aber ist es eine Erscheinung, die wir bei unseren Versuchen häufig beobachtet haben, dass das Lebendgewicht des Pferdes etwas, wenn auch meistens nur sehr unbedeutend abnimmt, wenn das Geschirr zum Auffangen der Exkremente, besonders der Harntrichter längere Zeit hindurch, Tag und Nacht dem Thier angeschnallt bleibt, und dasselbe dadurch bestimmt wird, sich nur selten zum Ausruhen hinzulegen, vielmehr mit wenigen Ausnahmen stehend zu schlafen. Es ist dadurch gleichsam die Arbeitsleistung, die Muskelanstrengung gesteigert, jedoch im Allgemeinen nicht in der Weise, dass die Resultate der Versuche dadurch verdunkelt würden. Im vorliegenden Falle aber hätte ohne diese Einflüsse, namentlich bei normaler, mittlerer Lufttemperatur das Lebendgewicht des Thieres vermuthlich noch weiter zugenommen, wie man in der That auch beobachtete, als man in der Periode VII ganz dasselbe Futter beibehielt mit der einzigen Modifikation, dass der Mais 24 Stunden lang in Wasser eingeweicht und also im gequellten Zustand verfüttert wurde, welche Zubereitung die Verdauung des Gesammtfutters, wie wir sehen werden, gar nicht beeinflusste. Das Lebendgewicht des Pferdes gestaltete sich nunmehr folgendermassen und zwar zunächst bei unveränderter Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen:

26. Mai . . .	476,5	3. Juni . . .	479,0	11. Juni . . .	478,5
27. „ . . .	477,5	4. „ . . .	479,5	12. „ . . .	479,0
28. „ . . .	477,0	5. „ . . .	479,0	13. „ . . .	479,0
29. „ . . .	478,0	6. „ . . .	478,5	14. „ . . .	478,0
30. „ . . .	478,5	7. „ . . .	478,5	15. „ . . .	478,0
31. „ . . .	478,0	8. „ . . .	478,0	16. „ . . .	477,5
1. Juni . . .	479,0	9. „ . . .	478,5	17. „ . . .	477,0
2. „ . . .	479,5	10. „ . . .	478,0	18. „ . . .	478,0

Also im Mittel von je 3 Tagen:

26.—28. Mai . . .	477,0	7.— 9. Juni . . .	478,3
29.—31. „ . . .	478,1	10.—12. „ . . .	478,5
1.— 3. Juni . . .	479,1	13.—15. „ . . .	478,3
4.— 6. „ . . .	479,0	16.—18. „ . . .	477,7

Von 18. Juni an wurde die Arbeit auf täglich 700 Umgänge gesteigert und hierbei beobachtet:

				Mittel von 3 Tagen	
19. Juni . . .	478,0	24. Juni . . .	477,5		
20. „ . . .	478,0	25. „ . . .	476,5	19.—21. Juni . . .	477,7
21. „ . . .	477,0	26. „ . . .	477,0	22.—24. „ . . .	477,0
22. „ . . .	478,0	27. „ . . .	476,5	25.—26. „ . . .	476,8
23. „ . . .	477,0	28. „ . . .	476,5	27.—28. „ . . .	476,5

In Folge der Verabreichung von $2\frac{1}{2}$ *kg* Mais anstatt der gleichen Menge von Ackerbohnen ist das Lebendgewicht des Pferdes bei einer Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen nach und nach von 472 bis auf 479 *kg* gestiegen und alsdann längere Zeit ziemlich konstant geblieben; ferner hat das Lebendgewicht nach Erhöhung der Arbeit auf 700 Umgänge eine so langsame Abnahme erlitten, dass man die letztere Arbeitsleistung keinenfalls als eine zu grosse und anstrengende, sondern vielmehr als dem verzehrten Futter nahezu entsprechend, als damit äquivalent ansehen kann, was auch durch die Resultate der Stickstoffbestimmungen im Harn (s. u.) bestätigt wird. Der zu 700 Göpel-

umgängen, bei einem Zug von 75 *kg*, erforderliche Kraftaufwand berechnet sich auf 1,866700 *kgm*.

Als Tagestemperatur und für die tägliche Aufnahme von Tränkwasser ergab sich im Mittel der einzelnen Zeitabschnitte:

	Mittlere Temperat.	Tränkwasser pro Tag. Morgens	Mittags	Abends	Sa.
	Periode VI. 600 Umgänge.				
19.—30. April . . .	13,23° C.	5,97 *kg*	9,33 *kg*	12,16 *kg*	27,46
1.—12. Mai . . .	10,28 „	5,88 „	7,94 „	11,89 „	25,71
13.—24. „ . . .	16,70 „	6,07 „	9,26 „	12,34 „	27,67
	Periode VII. 600 Umgänge.				
25. Mai — 2. Juni . .	18,59° C.	4,61 *kg*	12,35 *kg*	13,45 *kg*	30,41 *kg*
3.—10. Juni . . .	15,09 „	5,78 „	8,57 „	11,19 „	25,54 „
11.—18. „ . . .	13,79 „	5,09 „	8,55 „	10,22 „	23,86 „
	700 Umgänge.				
19.—23. Juni . . .	12,58° C.	4,12 *kg*	9,76 *kg*	10,81 *kg*	24,69 *kg*
24.—28. „ . . .	15,18 „	4,66 „	10,86 „	11,00 „	26,52 „

Das Einquellwasser vom Mais ($2\frac{1}{2}$ *kg* pro Tag) wurde mit dem Futter immer vollständig aufgenommen und ist dem eigentlichen Tränkwasser zugerechnet worden, gleichmässig vertheilt auf die 3 Tränkzeiten des Tages. Man sieht hier wiederum (vgl. S. 15) sehr deutlich, dass unter sonst gleichen Umständen die freiwillige Wasseraufnahme entschieden beeinflusst ist durch die Tagestemperatur, mit dem Steigen und Sinken derselben regelmässig zu- und abnimmt, und dass ferner die Höhe der Tagesarbeit einen Einfluss äussert, — hier in geringerem Grade, weil die Differenz zwischen 600 und 700 Göpelumgängen und damit auch die Differenz in der Arbeitsdauer keine beträchtliche war. Ausserdem ist die Wasseraufnahme naturgemäss stets Mittags und Abends nach erfolgter Arbeitsleistung weit grösser gewesen, als Morgens vor dem Beginn der Arbeit, und zwar tritt der Unterschied um so bestimmter auf, je höher die mittlere Tagestemperatur war und je länger die Arbeitszeit und also auch der Aufenthalt des Thieres in der freien Luft andauerte. Auch wurde nach vorstehenden Zahlen immer Abends ein grösseres Quantum Wasser in der Tränke aufgenommen als Mittags, was ebenfalls mit der durchschnittlich höheren Lufttemperatur von 1—4 Uhr Nachmittags, als von 8—11 Uhr Vormittags im Zusammenhange steht. Die Tagesarbeit war nach Göpelumgängen oder Kilogrammmetern in allen Versuchen ganz gleichmässig auf Vor- und Nachmittag vertheilt.

Von Interesse ist es, auch hier die mit dem Harn ausgeschiedenen Stickstoffmengen zu betrachten und diese mit Lebendgewicht des Thieres, Tagestemperatur und Tränkwasser-Aufnahme zu vergleichen. Die Bestimmungen des Harnstickstoffes erfolgten während der Maisfütterung (in Versuchsperiode VI und VII) zu 4 verschiedenen Zeiten nämlich vom 3. bis 12. Mai, vom 18. bis 25. Mai, vom 7. bis 12. Juni und vom 19. bis 28. Juni, in den 3 ersten Zeitabschnitten bei 600, in dem letzten bei 700 Göpelumgängen pro Tag. Die Resultate ersieht man aus der folgenden Zusammenstellung.

Periode VIa.

Futter: 6 *kg* Heu + 1 *kg* Stroh + $2^{1}/_{2}$ Hafer + $2^{1}/_{2}$ *kg* Mais (trocken).
Tagesarbeit: 600 Göpelumgänge.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages temperat. ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
3. Mai . .	473,0	4,8	21,8	7880	106,13 = 1,35
4. „ . .	474,0	6,6	26,1	8030	104,16 = 1,30
5. „ . .	474,5	9,1	25,2	7910	122,13 = 1,54
6. „ . .	474,0	8,9	23,3	7580	105,04 = 1,39
7. „ . .	475,0	10,1	28,2	7030	116,09 = 1,65
8. „ . .	475,0	12,5	26,1	9280	128,87 = 1,39
9. „ . .	474,5	16,4	27,3	8050	125,27 = 1,56
10. „ . .	475,5	16,5	31,6	8680	119,07 = 1,37
11. „ . .	475,0	14,2	27,5	7010	103,72 = 1,48
12. „ . .	475,0	13,6	20,6	7580	113,97 = 1,50
Mittel . .	474,6	11,28	25,77	7903	114,45 = 1,45
3.— 7. Mai	474,2	7,90	24,92	7686	110,70 = 1,45
8.—12. „	475,0	14,66	26,62	8120	118,18 = 1,46

Periode VIb.

Dasselbe Futter und die gleiche Arbeit wie in Periode VIa.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages temperat. ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
18. Mai . .	476,5	18,5	23,5	6900	105,72 = 1,53
19. „ . .	476,0	20,9	35,7	7250	110,99 = 1,53
20. „ . .	476,0	21,7	31,2	7350	122,11 = 1,66
21. „ . .	476,5	22,6	32,2	—	— 1,65
22. „ . .	475,5	23,7	34,4	7550	122,59 = 1,62
23. „ . .	475,5	23,3	31,3	6110	100,48 = 1,64
24. „ . .	475,0	18,6	30,7	6400	107,19 = 1,67
25. „ . .	475,0	14,8	26,7	7110	117,09 = 1,64
Mittel . .	475,8	20,51	30,83	6953	112,31 = 1,62

Periode VIIa.

Dasselbe Futter wie in Periode VI, nur der Mais eingequellt. Arbeit: 600 Göpelumgänge.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages temperat. ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
7. Juni . .	478,5	13,3	21,1	7930	115,69 = 1,45
8. „ . .	478,0	14,4	27,1	6930	105,30 = 1,52
9. „ . .	478,5	15,4	20,1	7350	113,96 = 1,55
10. „ . .	478,0	14,1	28,7	7800	117,69 = 1,51
11. „ . .	478,5	16,7	24,2	7730	112,52 = 1,45
12. „ . .	479,0	16,0	24,9	7480	115,72 = 1,54
Mittel . .	478,4	14,98	24,34	7533	113,46 = 1,50

Periode VIIb.

Dasselbe Futter wie in Periode VIIa. Arbeit: 700 Umgänge.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages temperat. ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
19. Juni . .	478,0	12,6	30,9	7820	120,30 = 1,53
20. „ . .	478,0	13,5	20,8	7030	119,09 = 1,69
21. „ . .	477,0	11,9	27,4	7970	127,75 = 1,60
22. „ . .	478,0	10,9	17,5	6750	108,90 = 1,61
23. „ . .	477,0	13,0	26,8	7380	124,18 = 1,68
24. „ . .	477,5	14,0	17,1	7390	122,95 = 1,66
25. „ . .	476,5	18,1	34,8	7250	113,16 = 1,56
26. „ . .	477,0	20,8	24,3	6720	115,39 = 1,71
27. „ . .	476,5	17,3	25,1	7350	122,95 = 1,67
28. „ . .	476,5	15,7	32,2	7550	121,24 = 1,60
Mittel . .	477,2	14,78	25,69	7321	119,59 = 1,63
19.—23. Juni	477,6	12,38	24,68	7390	120,04 = 1,62
24.—28. „	476,8	15,18	26,70	7252	119,14 = 1,64

In Periode VIb treten die Wirkungen einer hohen Tagestemperatur besonders deutlich hervor, nämlich gesteigerte Aufnahme von Tränkwasser, verminderte Menge des täglich produzirten Harnes, aber erhöhte Konzentration desselben bezüglich des Stickstoffgehaltes; in Periode VIIb macht sich ausserdem, nur in geringerem Grade, aber in der gleichen Richtung der Einfluss einer vermehrten Tagesarbeit bemerkbar. Ich mache ferner darauf aufmerksam, dass in Folge der Maisfütterung unter sonst gleichen Verhältnissen keineswegs, wie man vielfach behauptet, gegenüber dem Hafer eine gesteigerte Wasseraufnahme in der Tränke stattfindet; letzteres ist entschieden nur der Fall, wenn das Gesammtfutter, z. B. durch Beigabe von Ackerbohnen sehr stickstoffreich ist, und daher auch eine relativ grosse Menge von Stickstoff im Harn ausgeschieden werden muss (s. S. 16).

Eine nähere Betrachtung der Stickstoffmengen, welche in den Perioden VI und VII mit dem Harn ausgeschieden worden sind, können wir erst vornehmen, wenn wir die Quantität und Qualität des täglich produzirten Darmkothes und also auch die Menge des aus dem Futter verdauten und resorbirten Stickstoffes kennen gelernt haben. Hier will ich nur konstatiren, dass in Periode VIa und VIb, sowie in Periode VIIa, überall, wo die gleiche Tagesarbeit, bestehend in 600 Göpelumgängen, geleistet wurde, auch die Menge des durchschnittlich pro Tag mit dem Harn ausgeschiedenen Stickstoffes sehr konstant, nahezu gleich war, dass dieselbe aber sofort merklich sich erhöhte, als man die Tagesarbeit des Pferdes mit dem 18. Juni von 600 auf 700 Göpelumgänge gesteigert hatte.

Die Produktion von frischem Koth betrug:

Periode									
Periode VIa	Mai	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Mittel
	g	15 100	14 900	15 000	15 000	15 050	15 400	15 075
„ VIb	Mai	20.	21.	22.	23.	24.	25.	
	g	14 800	14 600	15 200	14 650	15 200	15 150	14 920
„ VII	Juni	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
	g	14 000	14 800	14 750	15 000	14 600	14 650	14 633

Die durchschnittlich pro Tag bei Maisfütterung produzirte Kothmenge ist nur wenig kleiner als die bei Bohnenfütterung erhaltene (s. S. 17), nämlich 14 876 gegen 15 352 *g*, während bezüglich der Harnmenge im Durchschnitt der betreffenden Perioden eine beträchtliche Differenz vorhanden war, nämlich mehr bei der Bohnenfütterung 9898 – 7428 = 2470 *g*.

In Periode VIb ist an 5 aufeinander folgenden Tagen auch der *während der Arbeitsleistung am Göpel* ausgeschiedene Koth für sich aufgefangen und gewogen worden, um zu ermitteln, ob die Behauptung, dass durch reichliche Bewegung und Muskelanstrengung die Verdauung des Futters und Ausscheidung des Kothes beschleunigt wird, wirklich zutrifft. Man fand Vormittags und Nachmittags, jedesmal für einen Zeitraum von annähernd 3 Stunden an frischem Koth:

	Vormittags	Nachmittags
20. Mai	= 1800 *g*	= 2450 *g*
21. „	= 1900 „	= 1800 „
22. „	= 1150 „	= 2700 „
23. „	= 1770 „	= 2170 „
24. „	= 2100 „	= 2100 „
Durchschnitt	= 1744 *g*	= 2244 *g*

Es waren durchschnittlich während 6 Arbeitsstunden, Vormittags und Nachmittags zusammengenommen, 3988 *g* von frischem Koth ausgeschieden, d. h. 26,7 pCt. der Gesammt-Produktion in 24 Stunden, was also nur wenig

mehr als ein Viertel der letzteren ausmacht, so dass im vorliegendem Falle die effektive Arbeit direkt nur wenig fördernd auf die Kothausscheidung eingewirkt hat, etwas allerdings, da das Pferd zu seinen 600 Göpelumgängen nicht ganz 6, sondern meistens nur etwa $5\frac{1}{2}$ Stunden gebrauchte. Auch ist noch zu erwähnen, dass die Arbeit in einem sehr langsamen und durchaus gleichmässigen Tempo verrichtet wurde; unter anderen Umständen, wie sie in der Praxis ganz gewöhnlich vorhanden sind, bei heftigen und namentlich unregelmässigen Bewegungen des Pferdes, ist es nicht unwahrscheinlich, dass ein grösserer oder geringerer Einfluss auf die Dauer und den Verlauf des Verdauungsprozesses sich bemerkbar macht. Aus den obigen Zahlen ist noch weiter zu ersehen, dass durchschnittlich, wenn auch nicht immer, während der Arbeit Vormittags beträchtlich weniger Koth zur Ausscheidung gelangte, als Nachmittags, was aus der Art und Weise der Verabreichung des Futters zu 3 verschiedenen Tageszeiten sich erklärt.

Die Futtermittel enthielten in dem Zustande, in welchem sie zur Verfütterung abgewogen wurden, an Trockensubstanz:

	Heu	Stroh	Hafer	Mais
Periode VI. . . . pCt.	87,77	86,51	87,51	88,88
„ VII. . . . „	81,79	85,72	87,03	88,38

Bei dem Wiesenheu war der Feuchtigkeitsgehalt in den Perioden VI und VII sehr verschieden, was durch den Umstand bedingt ist, dass die Räumlichkeiten unserer Versuchsstation nur die Aufnahme und Aufbewahrung von 15—20 Centnern Heu gestatten, und bei abnehmendem Quantum ein allmähliches Austrocknen des Rauhfutters, namentlich in der wärmeren Jahreszeit sich nicht vermeiden lässt; man bemerkt daher auch bezüglich der Prozentmenge der Trockensubstanz im Wiesenheu vom Beginn der Versuchsreihe an eine stetig fortdauernde Steigerung, welche gegen Mitte und Ende Mai bei einer ungewöhnlich hohen Lufttemperatur mit 87,8 pCt. ihr Maximum erreichte. Als nun mit dem Beginn der Versuchsperiode VII ein neues Quantum Heu aus dem grossen, in der Scheune für die Versuche reservirten Vorrath herbeigeschafft wurde, ergab sich bei der Untersuchung ein beträchtlich höherer Feuchtigkeitsgehalt als in dem zuletzt (in Periode VI) verfütterten Heu von sonst ganz gleicher Qualität, — eine Differenz, die man allerdings in dieser Höhe nicht erwartete; die anderen Futtermittel enthielten in beiden Versuchsperioden prozentisch ziemlich gleiche Mengen von Feuchtigkeit und Trockensubstanz.

Die Resultate der chemischen Analyse von Futter und Koth waren folgende:

	Trocken-substauz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz				
		Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Roh-asche
Mais	88,88	11,76	4,25	1,67	80,79	1,53
Heu (Periode VIb) . . .	87,77	11,98	3,83	27,36	49,63	7,10
Koth: Periode VIa . . .	26,77	10,73	7,30	35,17	37,20	9,60
„ VIb . . .	26,86	10,51	7,11	34,31	38,00	10,07
„ VII . . .	26,38	9,96	7,18	33,86	39,07	9,93

Hiernach ergeben sich als Mengenverhältnisse der Bestandtheile von Futter und Koth:

	Trocken-substanz g	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Roh-fett g	Roh-faser g	Stickstofffr. Extraktst. g
Periode VIa.						
Futter: Heu	5266,20	4884,40	620,89	203,80	1450,84	2608,87
Stroh	865,10	809,30	30,97	16,44	422,78	339,11
Hafer	2187,75	2097,61	278,06	129,51	261,87	1428,17
Mais	2222,00	2188,80	261,31	94,44	37,10	1795,15
Sa.	10541,05	9979,31	1191,23	444,19	2172,59	6171,30
Darmkoth	4035,57	3648,16	433,02	294,60	1419,31	1501,23
Periode VIb.						
Futter, Sa.	10541,05	9979,31	1191,23	444,19	2172,59	6171,30
Darmkoth	4007,53	3603,97	421,59	284,94	1374,98	1522,46
Periode VII.						
Futter: Heu	4907,40	4554,07	587,91	187,95	1342,67	2435,54
Stroh	857,20	801,91	30,69	16,29	418,91	336,02
Hafer	2175,75	2086,11	276,54	128,80	260,44	1420,33
Mais	2209,50	2175,20	259,78	93,88	36,89	1784,65
Sa.	10149,85	9617,29	1154,92	426,92	2058,91	5976,54
Darmkoth	3860,17	3476,86	384,47	277,16	1307,05	1508,17
Nach der Differenz zwischen Futter und Koth ist verdaut worden in *g*:						
Periode VIa.	6505,48	6331,15	758,21	149,59	753,28	4670,07
„ VIb.	6533,52	6375,34	769,64	159,25	797,61	4648,84
Mittel	6519,50	6353,25	763,93	154,42	775,45	4659,46
Periode VII.	6289,68	6140,43	770,45	149,76	751,86	4468,37
Mittel	6404,59	6246,84	767,19	152,09	763,66	4563,92
Ferner in Prozenten des gleichnamigen Futterbestandtheiles:						
Periode VIa.	61,72	63,44	63,65	33,68	34,67	75,67
„ VIb.	61,98	63,88	64,61	35,85	36,71	75,33
Mittel	61,85	63,66	64,13	34,77	35,69	75,50
Periode VII.	61,97	63,84	66,71	35,08	36,52	74,76
Mittel	61,91	63,75	65,42	34,93	36,11	75,13

Die prozentige Verdauung des Gesammtfutters und der einzelnen Bestandtheile desselben ist in allen 3 Versuchen sehr nahe übereinstimmend, und man kann schon daraus entnehmen, dass der Mais durch das 24stündige Einquellen in Wasser bezüglich seiner Verdaulichkeit keine irgendwie wesentliche Veränderung erlitten hat. Dass in Periode VI um 213 *g* oder 3,3 pCt. an organischer Substanz aus dem Gesammtfutter mehr verdaut wurde, als in Periode VII, ist ausschliesslich bedingt durch den grösseren Trockengehalt des aufgenommenen Futters, und zwar ganz vorherrschend des Wiesenheues; von 362 *g*, welche an organischer Substanz im Ganzen pro Tag mehr waren verzehrt worden, kommen auf das Heu allein 330 *g* und auf die 3 anderen Futtermittel zusammen nur 32 *g*. Anscheinend war die Leistungsfähigkeit des Pferdes in Periode VII eine höhere als in Periode VI, ungeachtet die in Rechnung kommende Nährstoffmenge dort um reichlich 200 *g* weniger betrug als hier, und man könnte daraus vielleicht folgern, dass durch das Einweichen vom Mais, wenn auch nicht die Verdaulichkeit dieses Futtermittels, so doch der Nähreffekt, hier zunächst für die Produktion von nutzbarer Kraft erhöht worden sei, weil die Kaumuskeln alsdann weniger angestrengt würden als bei dem Zermalmen von trockenen und ganzen Maiskörnern. Ich glaube aber nicht, dass hierin irgend ein wesentlicher Unterschied begründet sein kann; es ist vielmehr in Periode VI unter den vorhandenen Umständen die dem verzehrten Futter entsprechende Nähr-

kraft nicht völlig ausgenutzt worden, das Pferd hätte eine noch mehr, wohl wenigstens, wie in Periode VII bis auf 700 Göpelumgänge gesteigerte Tagesarbeit leisten und dabei immer noch in einem mittleren Ernährungszustand verbleiben können. Man erkennt dies auch aus dem Mengenverhältniss des durchschnittlich pro Tag aus dem Futter resorbirten und des mit dem Harn wieder ausgeschiedenen Stickstoffes.

			Harnstickstoff	Verdauter Stickstoff	Differenz	Arbeit in Umgängen
Periode	VIa.	3.—12. Mai . . .	114,45 *g*	121,31 *g*	+ 6,86 *g*	600
„	VIb.	18.—15. „ . . .	112,31 „	123,14 „	+ 10,83 „	600
„	VIIa.	7.—12. Juni . . .	113,46 „	123,26 „	+ 9,80 „	600
„	VIIb.	19—28. „ . . .	119,59 „		+ 3,67 „	700

Bisher war in allen Versuchsperioden (I bis V) die Menge des mit dem Harn ausgeschiedenen und aus dem Futter verdauten Stickstoffes fast genau gleich; dagegen wird mit der Maisfütterung, bei gleicher Tagesarbeit (600 Göpelumgänge), zu Gunsten des verdauten Stickstoffes sofort eine Differenz bemerkbar, welche zuerst, in Folge der Nachwirkung von der Bohnenfütterung weniger beträchtlich ist, bald aber bis 8 und 9 pCt. des gesammten, aus dem Futter resorbirten Stickstoffes ansteigt und in dieser Höhe längere Zeit unverändet bleibt. Es hatte also offenbar ein Ansatz von Eiweissmasse im Körper des Thieres stattgefunden, eine Erhöhung seines Ernährungszustandes, wie auch schon aus der Gestaltung des Lebendgewichtes sich ergab (s. S. 22). *Bei der Maisfütterung konnte also mehr Arbeit geleistet werden, als bei der vorausgehenden Bohnenfütterung* und erst mit einer Steigerung der Tagesarbeit von 600 auf 700 Göpelumgänge oder von rund 1 599 000 auf 1 865 000 *kgm* erhöhte sich entschieden der Eiweissumsatz und damit die Ausscheidung von Harnstickstoff; jedoch war auch dann noch immer eine kleine Differenz zu Gunsten der Menge des verdauten Stickstoffes vorhanden, und da ebenfalls das Lebendgewicht des Thieres nur sehr langsam sank und am Schluss der Periode noch ein wenig über dem Mittel von 475 *kg* sich befand, so hätte man bei der eingehaltenen Fütterungsweise die Arbeit vielleicht noch etwas mehr, etwa auf 725 oder 750 Göpelumgänge steigern können, ohne dass das Pferd unter den mittleren Ernährungszustand, welcher bei allen diesen Versuchen gleichsam als Massstab für das Aequivalent von Futter und Arbeit dienen sollte, herabgekommen wäre. Es würde dann auch das aus dem Futter resorbirte Gesammtquantum von Nährstoff der wirklichen Leistungsfähigkeit des Thieres noch besser entsprechen.

Die Gesammtmenge des Nährstoffes betrug 6356 *g*, wobei das verdaute Fett (149,76 *g*) mit dem Faktor 2,44 multiplizirt in Rechnung gebracht worden ist; das Nährstoffverhältniss war 770,45 : 5584,64 = 1 : 7,25. Wenn man das Aequivalent an Nährstoff für die geleistete Tagesarbeit (700 Göpelumgänge = 2184 *g*) von dem Gesammtnährstoff in Abzug bringt, so bleibt als Rest (6356 -- 2184 =) 4172 *g*, eine Zahl, die etwas grösser ist, als bei anderen Versuchen mit demselben Thier (vgl. auch in vorliegender Versuchsreihe Periode I, II, III und V) an Nährstoff für die Erhaltung in einem mittleren Ernährungszustande (475 *kg* Lebendgewicht) sich ergab. Hierbei ist aber die bereits mehrfach in früheren Versuchen gemachte Beobachtung zu erwähnen, dass bei langer Dauer der ganzen Versuchsreihe, nach Verlauf von 6 und mehr Monaten, in welcher Zeit durchaus keine Unterbrechung und kein Ruhepunkt eintritt, schliess-

1) Tagesarbeit in Göpelumgängen bei 75 *kg* Zugkraft.

lich zuweilen das Aequivalent des Futters für die geleistete Arbeit sich etwas erhöht, insbesondere wenn die Lufttemperatur sehr ansteigt und während der Arbeitsleistung im Freien eine ungewöhnlich hohe ist. Ein wesentlich störender Einfluss für die Klarheit der Versuchsresultate wird dadurch aber nur selten veranlasst. Die bisher in diesem Bericht erwähnten Versuche, nämlich Periode I bis VII umfassten einen Zeitraum von fast 8 Monaten, von Anfang November 1885 bis Ende Juni 1886.

Versuchsperiode VIII.

Gegen Ende Juni wurden im täglichen Futter $2\frac{1}{2}$ *kg* Mais durch $2\frac{1}{2}$ *kg* Hafer ersetzt und damit also im Ganzen 5 *kg* Hafer, wie in Periode I und II verabreicht; ausserdem ersetzte man 1 *kg* Stroh durch 1 *kg* Heu, so dass jetzt das Gesammtfutter ausschliesslich aus Heu und Hafer bestand, ebenso wie in der Versuchsperiode I, nur mit dem Unterschied, dass das Pferd anstatt 6 jetzt 7 *kg* Wiesenheu neben 5 *kg* Hafer verzehrte. Das Lebendgewicht des Thieres betrug an den beiden letzten Tagen der vorhergehenden Periode (VIIb) 476,5 *kg* und zeigte schon im Uebergange zu der neuen Fütterungsweise, bei der unveränderten Tagesarbeit von 700 Göpelumgängen eine rasche Abnahme, nämlich:

29. Juni	476,0	3. Juli	473,0
30. „	475,0		
1. Juli	474,0	29. Juni bis 1. Juli	475,0
2. „	472,5	2.—3. Juli	472,8

Diese Abnahme im Lebendgewicht konnte zunächst nur durch die geringere Nährkräft des Futters veranlasst sein, denn es war, wie wir sehen werden, die Ausscheidung von Harn und Koth quantitativ fast ganz dieselbe, wie in der vorhergehenden Periode und die Aufnahme von Wasser in der Tränke, wohl hauptsächlich in Folge der meist höheren Lufttemperatur, sogar nicht unbedeutend grösser. Es wurde daher die Tagesarbeit ermässigt und zwar, bei gleicher Zugkraft, von 700 auf 600 Göpelumgänge. Nunmehr ergab sich als Lebendgewicht des Pferdes:

4. Juli	472,0	10. Juli	471,5	16. Juli	472,5
5. „	472,5	11. „	472,5	17. „	473,0
6. „	473,0	12. „	472,0	18. „	472,5
7. „	472,0	13. „	473,0	19. „	472,5
8. „	472,0	14. „	472,0	20. „	473,0
9. „	472,0	15. „	471,5	21. „	472,5

Im Mittel der Wägungen an 3 aufeinander folgenden Tagen:

4.—6. Juli	472,5	13.—15. Juli	472,2
7.—9. „	472,0	16.—18. „	472,7
10.—12. „	472,0	19.—21. „	472,7

Das Lebendgewicht des Thieres blieb 18 Tage lang sehr konstant; höchstens ist gegen Ende der Periode eine kleine Zunahme zu bemerken, die aber zu unbedeutend ist, um daraus auf eine grössere Leistungsfähigkeit schliessen zu können, als dem Pferd bei dem verabreichten Futter mit 600 Göpelumgängen zugemuthet wurde. Dagegen scheint das quantitative Verhalten von Harnstickstoff zum resorbirten Futterstickstoff allerdings anzudeuten, dass das Pferd noch etwas mehr Arbeit, etwa 650 Göpelumgänge pro Tag hätte verrichten können, ohne in seinem mittleren Ernährungszustande eine merkliche Einbusse zu erleiden. Zunächst erwähne ich die mittlere Lufttemperatur, sowie die Wasseraufnahme in der Tränke:

	Mittlere Temperatur °C.	Tränkwasser pro Tag Morgens hg	Mittags kg	Abends kg	Summa kg
30. Juni bis 7. Juli .	19,25	6,81	9,47	13,86	30,14
8.—14. Juli. . . .	17,09	5,74	9,22	11,14	26,10
15.—21. „	20,29	5,65	11,65	13,20	30,50

Auch hier (vgl. S. 23) ist der Einfluss, welchen die Lufttemperatur unter sonst gleichen Verhältnissen auf das Quantum der Wasseraufnahme äussert, deutlich ausgesprochen, und zwar macht sich dieser Einfluss besonders geltend bei relativ grosser Hitze von 15 bis 20° und darüber; naturgemäss sind die Differenzen am grössten bei der Tränke am Abend nach beendigter Tagesarbeit. Für die einzelnen Tage lässt sich freilich ein solcher Zusammenhang zwischen Lufttemperatur und Wasseraufnahme nicht immer deutlich erkennen, und auffallend ist es, dass trotz der von einem Tage zum andern oft sehr ververschiedenen Menge des Tränkwassers doch das an jedem Morgen *vor* der ersten Tränke ermittelte Lebendgewicht immer sehr gleichmässig sich gestaltet und von jener wechselnden Wassermenge so gut wie gar nicht beeinflusst wird. Weiter beobachtete man:

	Gewicht d. Pferdes kg	Tages-temperatur °C.	Tränk-wasser kg	Harn-menge kg	Harnstickstoff in g = pCt.
8. Juli . . .	472,0	21,4	30,2	7750	139,83 = 1,80
9. „ . . .	472,0	13,6	26,7	7350	130,88 = 1,70
10. „ . . .	471,5	13,7	28,3	8650	146,50 = 1,69
11. „ . . .	472,5	14,1	19,7	8100	126,57 = 1,56
12. „ . . .	472,0	17,7	33,2	8030	122,43 = 1,52
13. „ . . .	473,0	18,1	22,9	7930	131,49 = 1,66
14. „ . . .	472,0	21,0	26,7	8350	136,06 = 1,63
15 „ . . .	471,5	14,8	29,4	8010	123,44 = 1,54
16. „ . . .	472,5	15,9	24,1	7750	126,20 = 1,62
17. „ . . .	473,0	16,7	27,5	8310	131,49 = 1,58
Mittel. .	472,2	16,70	26,87	8023	131,49 = 1,64
8.—12. Juli .	472,0	16,10	27,62	7976	133,24 = 1,67
13.—17. „ .	472,4	17,30	26,12	8070	129,74 = 1,61

In der zweiten Hälfte des 10 tägigen Zeitraumes war die Menge des im Harn täglich ausgeschiedenen Stickstoffes eine etwas geringere als in der ersten; die Differenz von 3,50 *g* = 2,63 pCt. ist allerdings nicht gross, aber doch vielleicht als ein Anzeichen zu betrachten, dass ein langsam zunehmender Ansatz von Eiweiss im Körper des Thieres stattfand, das verzehrte Futter daher für die geleistete Arbeit ein wenig zu reichlich war, oder eine etwas grössere Arbeitsleistung gestattete.

An frischem Koth wurde vom 11. bis 16. Juli produzirt:

	Juli 11.	12.	13.	14.	15.	16.	Mittel
g	14 900	15 000	15 250	15 100	14 950	15 150	15 058

Das in dieser Periode verfütterte Wiesenheu enthielt 86,66 pCt. an völlig wasserfreier Substanz, war also gegenüber dem Heu in Periode VII wiederum mehr ausgetrocknet und befand sich in einem ziemlich normal lufttrocknen Zustande. Im Hafer ergab sich ein Trockengehalt von 87,58 pCt., fast ganz so wie in den vorhergehenden Versuchsperioden. Der Koth ferner enthielt nach den Resultaten der chemischen Analyse:

Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Roh-asche
29,06	9,19	7,75	32,12	40,65	10,29

Der Prozentgehalt des frischen Darmkothes an Trockensubstanz war ein relativ hoher, wie man ganz gewöhnlich findet, wenn das Futter zu ziemlich gleichen Gewichtstheilen ausschliesslich aus Wiesenheu und Hafer besteht, während eine Beigabe von Strohhäcksel, sowie ein weiteres Vorherrschen des Rauhfutters überhaupt, namentlich bei hartstengeliger Beschaffenheit des letzteren, einen grösseren Wassergehalt im produzirten Koth bedingt. Die Verdauung der verzehrten Tagesration von 7 *kg* Wiesenheu und 5 *kg* Hafer ersieht man aus der folgenden Zusammenstellung:

	Trockensubstanz *g*	Organ. substanz *g*	Rohprotein *g*	Rohfett *g*	Rohfaser *g*	Stickstofffr. Extraktst. *g*
Futter: Heu . .	6 066,20	5629,43	726,73	232,33	1659,71	3010,66
Hafer . .	4 379,00	4198,59	556,57	259,24	524,17	2858,61
Summa .	10 445,20	9828,02	1283,30	491,57	2183,88	5869,27
Darmkoth . . .	4 375,85	3925,58	402,14	339,15	1405,52	1778,78
Verdaut	6 069,35	5902,44	881,16	152,42	778,36	4090,49
Desgl. in Prozenten	58,11	60,06	68,66	31,01	35,64	69,69

Wenn man die hier gefundenen Verdauungszahlen mit denen der VI. und VII. Versuchsperiode vergleicht, so ergiebt sich sofort die geringere Verdaulichkeit der gesammten organischen Substanz im Hafer gegenüber dem Mais; ungeachtet 1 *kg* Stroh durch ein gleiches Quantum von dem leichter verdaulichen Heu ersetzt wurde, ist dennoch die Gesammtmenge der verdauten Substanz deutlich vermindert.

Bemerkenswerth ist ferner, dass bei einer Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen (Zug = 75 *kg*) die Menge des aus dem Futter resorbirten Stickstoffes entschieden grösser war, als die des täglich ausgeschiedenen Harnstickstoffes, ähnlich wie dies auch bei der Maisfütterung in Periode VI und VIIa beobachtet wurde, nämlich:

	Harnstickstoff	Verdauter Stickstoff	Differenz
Periode VIII. .	131,49 *g*	140,97 *g*	+ 9,48 *g*

Die Differenz macht es wahrscheinlich, dass das Pferd bei dem verabreichten Futter wohl etwas mehr Arbeit hätte leisten können, etwa 650 anstatt 600 Umgänge, während 700 Umgänge eine zu grosse Leistung war, wie aus der raschen Abnahme im Lebendgewicht des Thieres bei einer solchen Arbeit in den ersten Tagen der Periode VIII sich ergiebt. Die gesammte Nährstoffmenge war nach den Resultaten des Verdauungsversuches: 881,16 + 4080,49 + 778,36 + (152,42 × 2,44) 371,91 = 6121,92 *g* (Nährstoffverhältniss = 881,16 : 5230,76, also 1 : 5,94). Es entsprechen 650 Göpelumgänge bei einem Pferdezug von 75 *kg* im vorliegenden Falle 1 732 250 *kgm* oder 2028 *g* Nährstoff (85 400 *kgm* = 100 *g* Nährstoff), so dass hiernach 6122 − 2028 = 4094 für die Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande, bei völliger Ruhe und ohne alle äussere Arbeitsleistung übrig bleiben würden.

In den Versuchsperioden I, II, III und V, VIIb und VIII hat das dem verzehrten Futter oder der darin enthaltenen Nährstoffmenge entsprechende Aequivalent an Arbeitsleistung des Pferdes wenigstens annähernd genau ermittelt werden können. Die jedesmalige Tagesration enthielt an lufttrockenen Futtermitteln:

	Heu kg	Stroh kg	Hafer kg	Bohnen kg	Mais kg
Periode I	6	—	5	—	—
„ II	6	1	5	—	—
„ III und V .	6	1	2½	2½	—
„ VII. . . .	6	1	2½	—	2½
„ VIII. . . .	7	—	5	—	—

Ferner wurde ermittelt:

	Tagesarbeit		Aequivalent an Nährstoff	Nährstoff im Futter	Bleibt für Erhaltung
	Göpel-umgänge	in kgm	g	g	g
Periode I	525	1 400 000	1634	5568	3934
„ II. . . .	600	1 599 000	1872	5856	3984
„ III und V.	600	1 599 000	1872	5873	4001
„ VIIb. . .	725	1 932 100	2262	6356	4094
„ VIII . . .	650	1 732 250	2028	6122	4094

Im Durchschnitt aller Versuche würde hiernach der Nährstoffbedarf des Thieres für die Erhaltung in einem mittleren Ernährungszustande ohne alle äussere Arbeitsleistung und bei einem Lebendgewicht von 475 *kg* zu 4021 *g* sich ergeben. Für ein mittleres Körpergewicht von 500 *kg* berechnet, erhöht sich die betreffende Nährstoffmenge auf 4230 *g*, fast genau auf dieselbe Zahl, welche wir auch im Durchschnitt von früheren zahlreichen Versuchen mit demselben Pferd und auch mit zwei anderen ähnlichen Pferden gefunden haben[1]), wobei jedoch zu beachten ist, dass in allen diesen Versuchen ein beträchtlicher Theil, dem Gewichte nach etwa die Hälfte des Gesammtfutters aus Wiesenheu, überhanpt aus Rauhfutter bestand.

Als wesentliche Ergebnisse der im Vorstehenden beschriebenen Pferde-Fütterungsversuche sind die folgenden zu bezeichnen:

1. Das verdauliche Eiweiss des Futters hat über ein gewisses Minimum hinaus für die Kraftproduktion des Pferdes keinen höheren Werth als ein gleiches Gewicht an Stärkemehl oder als eine ihrem Stärkemehläquivalent entsprechende Menge überhaupt von verdauten stickstofffreien Extraktstoffen und von Fettsubstanz.

2. Bei gesunden und verdauungskräftigen Pferden mit gutem Gebiss ist die Ausnutzung der Ackerbohnen und vom Mais fast ganz gleich, einerlei, ob diese Kraftfutterarten als ganze Körner im lufttrocknen Zustande oder nach vorausgehendem 24 stündigen Einquellen in Wasser verabreicht werden, wobei natürlich vorausgesetzt werden muss, dass durch das Einquellen nichts ausgewaschen wird oder von der Substanz verloren geht.

3. Die Nährstoffmenge, welche zur Erhaltung des Pferdes bei 500 *kg* Lebendgewicht, in einem mittleren Ernährungszustande, ohne alle Leistung von äusserer mechanischer Arbeit erforderlich ist, berechnet sich auf durchschnittlich 4200 *g* pro Tag, wobei angenommen wird, dass ein beträchtlicher Theil, durchschnittlich wenigstens die Hälfte der Tagesration aus Rauhfutter, hauptsächlich aus Wiesenheu besteht.

Versuchsperiode IX.

Den Schluss der ganzen Versuchsreihe bildete eine Periode, in welcher *ausschliesslich Wiesenheu* und zwar in einem Quantum von 12 *kg* pro Tag gefüttert wurde. Der Uebergang von der zuletzt verabreichten Ration (7 *kg* Heu +

1) S. „Grundlagen etc.“, S. 134.

5 *kg* Hafer) erfolgte vom 21. bis 24. Juli, indem man täglich 1 *kg* Hafer durch 1 *kg* Heu ersetzte und zugleich die bisherige Tagesarbeit von 600 Göpelumgängen bei 75 *kg* Pferdezug um täglich 50 Umgänge verminderte, so dass am 25. Juli die neue Versuchsperiode mit 12 *kg* Heu als Futter und 400 Göpelumgängen als Arbeit begann. In der Uebergangszeit ergab sich das Lebendgewicht des Thieres am 21. Juli = 472,5, am 22. Juli = 473,0, am 23. Juli = 472,5 und am 24. Juli = 474,5 *kg*. Weiter wurde beobachtet:

25. Juli	474,0	31. Juli	477,0	6. Aug.	476,5
26. „	475,5	1. Aug.	477,0	7. „	476,5
27. „	477,0	2. „	476,5	8. „	476,0
28. „	478,0	3. „	477,0	9. „	477,0
29. „	477,5	4. „	476,0	10. „	477,0
30. „	477,5	5. „	476,0		

25.—27. Juli	475,5	3.—5. Aug.	476,3
28.—30. „	477,7	6.—8. „	476,3
31. Juli bis 2. Aug.	476,8	9.—10. „	477,0

Das Lebendgewicht des Pferdes stieg bei der Uebergangsfütterung und im Beginn der neuen Periode rasch um 5 *kg*, was einfach durch die reichlichere Aufnahme von Tränkwasser, sowie namentlich durch die Produktion einer grösseren Menge von Koth und Harn (s. u.) bedingt ist, — ein Verhalten, wie es am Pferd stets bei vorherrschender oder ausschliesslicher Heufütterung beobachtet wird. Vom 27. Juli an blieb das Lebendgewicht sehr konstant, und man kann daraus wohl entnehmen, dass das verabreichte Futter unter den hier vorhandenen Umständen der geleisteten Arbeit ziemlich äquivalent war. Bezüglich der Lufttemperatur und des Tränkwassers ergab sich folgendes:

	Tages-temperatur ° C.	Tränkwasser pro Tag Morgens *kg*	Mittags *kg*	Abends *kg*	Summa *kg*
24.—29. Juli	17,95	10,13	10,52	11,27	31,92
30. Juli bis 4. Aug.	16,88	10,22	9,16	11,18	30,56
5.—10. Aug.	19,33	9,82	10,83	11,02	31,67

Bestimmungen des Harnstickstoffes wurden täglich vom 28. Juli an bis zum 9. August, also fast während der ganzen Dauer der Versuchsperiode vorgenommen.

	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur *kg*	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
28. Juli	478,0	14,1	28,0	11 000	132,00 = 1,20
29. „	477,5	16,4	34,5	11 430	136,98 = 1,20
30. „	477,5	20,8	38,2	10 850	127,03 = 1,17
31. „	477,0	17,7	27,7	10 750	119,26 = 1,11
1. Aug.	477,0	15,9	30,6	10 700	119,00 = 1,11
2. „	476,5	17,7	30,8	10 950	119,62 = 1,09
3. „	477,0	14,7	27,8	11 350	124,12 = 1,09
4. „	476,0	14,5	27,7	11 300	124,96 = 1,11
5. „	476,0	14,7	32,6	11 380	125,53 = 1,10
6. „	476,5	14,5	30,5	9 680	104,56 = 1,08
7. „	476.5	18,5	31,5	11 430	124,30 = 1,09
8. „	476,0	21,1	32,3	9 780	109,79 = 1,12
9. „	477,0	23,2	31,4	9 400	107,22 = 1,14
31. Juli bis 9. Aug.	476,5	17,25	30,28	10 672	117,84 = 1,104
31. „ „ 4. „	476,7	16,10	28,92	11 010	121,39 = 1,10
5.—9. Aug.	476,4	18,40	31,66	10 334	114,28 = 1,11

Die frühere Fütterungsweise mit der etwas reichlicheren Ausscheidung von Harnstickstoff hat nicht allein bei dem Uebergang zur neuen Versuchsperiode vom 21.—25. Juli, sondern noch einige weitere Tage, bis zum 30. Juli nachgewirkt; vielleicht hat dazu auch das unter dem Einfluss der Heufütterung wesentlich grössere Quantum und die relativ geringe Konzentration des Harnes beigetragen. Erst mit dem 31. Juli ist in dieser Hinsicht ein Ruhepunkt eingetreten oder hat bei gleicher Fütterungsweise doch nur eine sehr langsame und unbedeutende weitere Abnahme in der Menge des Harnstickstoffes stattgefunden; es war ziemlich Gleichgewicht vorhanden mit der Menge des aus dem Futter verdauten und resorbirten Stickstoffes.

Die Ausscheidung von Darmkoth war auch in dieser Periode nach hinreichend langer Vorfütterung überaus gleichmässig, nämlich pro Tag:

	August 1.	2.	3.	4.	5.	6.	Mittel
g	18 850	18 300	19 000	18 800	18 700	18 750	18 733

Auch die Qualität des Darmkoths wird von einem Tage zum anderen eine gleiche gewesen sein, wie man schon aus dem konstanten Gehalt an lufttrockner Substanz ersehen kann, welcher nach dem „Vortrocknen“ der frisch abgewogenen Probe im grossen Trockenschrank und darauf folgendem 24 stündigem Liegen an der Luft bei gewöhnlicher Zimmertemperatur sich ergab:

Kothprobe:		Aug. 1.	2.	3.	4.	5.	6.	Summa
a) Frisch	*g*	188,500	183,013	190,000	188,121	187,129	187,364	1124,127
b) Lufttrocken	„	48,490	46,800	49,192	48,759	49,886	48,614	291,821
b in Prozenten von a	pCt.	25,94	25,57	25,89	25,92	26,65	25,94	25,96

Die Mischung der lufttrocknen Einzelproben enthielt noch 6,32 pCt. Feuchtigkeit und es berechnet sich also die völlig wasserfreie Substanz in Prozenten des frischen Kothes zu 24,32 pCt., mithin, wie sich nach früheren Beobachtungen erwarten liess, um einige Prozente niedriger, als in allen anderen Perioden derselben Versuchsreihe, nämlich bei mehr konzentrirter oder weniger voluminöser Fütterungsweise gefunden wurde. Das Resultat der chemischen Untersuchung von dem verfütterten Wiesenheu und von dem Wiesenheu-Koth war:

	Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz				
		Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktstoffe	Roh-asche
Wiesenheu .	86,38	12,14	3,87	27,29	49,86	6,84
Koth . . .	24,32	11,30	7,91	36,01	34,99	9,79

Die Zusammensetzung des Wiesenheues ist fast absolut die gleiche, wie sie im Dezember und im Mai gefunden wurde (s. S. 7 und 26). Als Verdauungszahlen ergeben sich hiernach:

	Trocken-substanz *g*	Organ. Substanz *g*	Roh-protein *g*	Roh-fett *g*	Roh-faser *g*	Stickstofffr. Extraktstoffe *g*
Futter: Heu . .	10 365,60	9656,59	1258,38	401,15	2828,77	5168,29
Koth	4 555,86	4109,84	514,81	360,37	1640,56	1594,10
Verdaut	5 809,75	5546,75	743,57	40,78	1188,21	3574,19
Desgl. in Prozenten	56,05	57,44	59,09	10,17	42,00	69,16

Es ist dies eine relativ grosse Verdaulichkeit, die ganz besonders bei den stickstofffreien Extraktstoffen sich ausspricht; Mittel und Schwankungen der

Verdauungskoeffizienten, welche bei 16 anderen Sorten von Wiesenheu in Versuchen mit Pferden in Hohenheim ermittelt wurden[1]), waren nämlich:

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Mittel	49,18	50,78	59,17	19,75	41,32	58,67
Schwankungen . .	42 - 58	43 - 62	51—69	7—42	33—57	49 - 68

Das in den hier beschriebenen Versuchen verfütterte Wiesenheu war von mehr als gewöhnlicher Güte und Nährkraft, und diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass das Pferd selbst bei ausschliesslicher Heufütterung und einer Ration von 12 *kg* pro Tag noch eine nicht ganz unbeträchtliche Arbeit leisten konnte, ohne in seinem mittleren Ernährungszustande eine Einbusse zu erleiden. Die Tagesarbeit, welche in 400 Göpelumgängen mit 75 *kg* Zugkraft bestand, entsprach 1 066 000 *kgm* oder, wie wir gefunden haben, einem Quantum von 1248 *g* Nährstoff. Verdaut wurden aus dem Futter 743,57 + (40,78 × 2,44 =) 99,50 + 1188,21 + 3574,12 = 5605,40 *g* (Nährstoffverhältniss = 1 : 6,54). Wenn man von dieser Summe 1248 *g* in Abzug bringt, so bleiben als Rest 4357 *g* für die Erhaltung des völlig ruhenden Pferdes auf einem mittleren Körpergewicht von 475 *kg*, d. h. eine beträchtlich grössere Menge von verdauter organischer Substanz, als hierzu nach den Resultaten unserer sonstigen Versuche mit demselben und mit anderen Pferden, bei *gemischter* Fütterungsweise erforderlich war. Es erklärt sich dies aus der Thatsache, dass die aus dem *Rauhfutter* verdaute Gesammtmenge von organischer Substanz (Fett × 2,44) für die Kraftproduktion oder überhaupt für die Ernährung des Pferdes keineswegs denselben Werth hat, wie ein gleiches Gewicht der verdaulichen Substanz der *konzentrirten Futterarten* oder des eigentlichen *Kraftfutters*. Den Beweis hierfür wird man in dem nächstfolgenden Bericht finden, welcher über die Ergebnisse der neuesten Pferde-Fütterungsversuche ausführliche Mittheilungen bringt.

In den Versuchsperioden I und VIII war das verabreichte Futter ein sehr ähnliches, in beiden Fällen aus Wiesenheu und Hafer bestehend, nur mit dem Unterschied, dass in Periode VIII pro Tag 1 *kg* Heu mehr verzehrt wurde als in Periode I, bei völlig gleicher Haferration. Da beide Futtermittel bei wiederholter Analyse zu verschiedenen Zeiten eine sehr konstante Zusammensetzung zeigten, so wird es auch zulässig sein, aus den Ergebnissen der Perioden I und VIII die Verdauung des *Hafers für sich allein*, unter Anwendung der in Periode IX für das Wiesenheu gefundenen Verdauungskoeffizienten zu berechnen. Man erhält dann:

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Periode VIII.						
Verdaut in Sa.	6069,35	5902,44	881,16	152,42	778,36	4090,49
„ vom Heu	3400,11	3233,54	429,42	23,63	697,08	2082,17
Bleibt für Hafer	2669,24	2668,90	451,74	128,79	81,28	2008,32
Periode I.						
Verdaut in Sa.	5513,28	5351,76	799,30	150,55	664,26	3737,65
„ vom Heu	2774,14	2631,08	350,07	19,48	572,70	1689,39
Bleibt für Hafer	2739,14	2710,68	449,23	131,07	91,56	2048,26

1) S. „Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes", S. 30.

In Prozenten des gleichnamigen Bestandtheiles vom Hafer wurde verdaut:

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
	g	g	g	g	g	g
Periode VIII	60,95	63,56	81,16	49,68	15,51	70,26
„ I	64,79	66,63	83,61	52,33	18,09	74,22
Mittel	62,86	65,10	82,39	51,01	16,80	72,24

Bei 8 weiteren Hafersorten, welche in früheren Versuchen, zum Theil mit anderen Pferden, verfüttert wurden, fand man als Verdauungskoeffizienten[1]):

Mittel	64,89	67,11	79,36	70,43	20,06	74,05
Schwankungen . . .	59—69	62—71	68—89	60—78	1—38	72—76

Die Mittelzahlen stimmen, wie man sieht, namentlich mit den in Periode I der vorliegenden Versuchsreihe gefundenen Verdauungskoeffizienten sehr nahe überein; nur hat in den neueren Versuchen eine auffallend geringere Verdaulichkeit des Fettes der Haferkörner sich ergeben. In Periode I wurde der Hafer in allen seinen Bestandtheilen etwas besser verdaut als in Periode VIII; jedoch sind die Differenzen nicht gross, und namentlich ist das gegenseitige Verhältniss der Verdauungskoeffizienten für die einzelnen Bestandtheile des Hafers in beiden Perioden fast ganz gleich, so dass die obigen Rechnungen immerhin die Sorgfalt, womit die vorliegenden Versuche ausgeführt worden sind, sowie die Genauigkeit der erzielten Resultate bestätigen.

Es erschien wünschenswerth, die obige Versuchsreihe, in welcher ein volljähriges Pferd fast fortwährend, bei verschiedener Fütterungsweise, in einem mittleren Ernährungszustande, im Gleichgewicht zwischen Futter und Arbeitsleistung sich befand, — auch zu genaueren Untersuchungen zu benutzen über den *Kreislauf der Mineralstoffe* im Körper dieses Thieres, über die gegenseitigen Mengenverhältnisse in den täglichen Einnahmen und Ausgaben. Die früheren Untersuchungen hierüber[2]) waren unter sehr wechselnden äusseren Umständen ausgeführt worden und hatten etwas unbestimmte Resultate ergeben, welche noch weiter ergänzt und berichtigt werden mussten. Die aufs Neue vorgenommenen Aschenanalysen beziehen sich auf Futter und Ausscheidungen in den Perioden I, II, IIIa, VIa und IX; das Futter bestand zuerst nur aus Wiesenheu und Hafer, sodann aus denselben Stoffen unter Beigabe von Strohhäcksel, während hierauf die Hälfte des Hafers durch ein gleiches Quantum Ackerbohnen, also ein sehr stickstoffreiches Futtermittel und in einer weiteren Periode durch Mais ersetzt war. In der letzten Versuchsperiode (IX) wurde ausschliesslich Wiesenheu gefüttert, hierbei jedoch von den Ausscheidungen nur der Darmkoth, nicht aber, wie bei allen anderen, hier in Betracht kommenden Versuchen, auch der Harn des Thieres auf seinen Gehalt an Mineralstoffen untersucht. Zunächst gebe ich eine übersichtliche Zusammenstellung der bei den Einzelanalysen erhaltenen Resultate und zwar auf Prozente der jedesmaligen

---

1) S. „Grundlagen etc.", S. 45.

2) A. a. O., S. 53 ff.

Reinasche berechnet (nach Abzug der sandigen und kohligen Beimischungen, sowie auch der Kohlensäure von der Rohasche). Bezüglich der Untersuchungsmethoden verweise ich auf die im Anhang zu diesem Referat mitgetheilten analytischen Belege.

	Wiesenheu pCt.	Hafer pCt.	Dinkelstroh pCt.	Ackerbohnen pCt.	Mais pCt.	Periode I Harn pCt.	Periode I Koth pCt.
Kali	24,41	11,29	21,29	43,22	30,76	42,06	9,59
Natron	2,42	1,08	0,90	1,07	0,76	1,85	0,98
Kalk	27,04	3,68	5,76	5,82	1,32	33,82	11,26
Magnesia	8,61	6,25	2,97	7,32	16,37	7,76	7,14
Phosphorsäure	7,23	25,33	2,16	39,96	48,30	—	19,59
Schwefelsäure	3,32	4,52	4,56	1,93	1,32	8,90	0,83
Kieselsäure	22,47	44,76	56,57	—	—	0,81	48,08
Eisenoxyd	1,68	2,79	1,71	0,56	1,37	—	3,01
Chlor	3,06	0,31	5,22	1,07	0,20	6,35	0,19
	100,24	100,01	101,14	100,95	100,40	101,55	100,67
O ab für Cl	0,69	0,07	1,18	0,24	0,05	1,43	0,05
	99,55	99,94	99,96	100,71	100,35	100,12	100,62
Reinasche in pCt. d. Trockensubstanz[1])	6,742	3,786	6,480	3,448	1,382	2,214	9,089

	Periode II Harn pCt.	Periode II Koth pCt.	Periode IIIa Harn pCt.	Periode IIIa Koth pCt.	Periode VIa Harn pCt.	Periode VIa Koth pCt.	Per. IX Koth pCt.
Kali	40,73	9,07	45,30	11,07	42,26	12,11	11,30
Natron	1,91	0,28	1,08	0,97	0,82	2,40	1,20
Kalk	32,28	9,92	27,61	11,99	30,13	11,07	12,62
Magnesia	7,79	6,13	6,90	6,99	7,30	7,66	7,39
Phosphorsäure	—	16,61	—	21,54	0,45	18,86	12,02
Schwefelsäure	10,51	0,77	12,32	0,97	9,51	1,35	1,77
Kieselsäure	0,69	54,90	0,62	43,60	0,59	43,46	49,77
Eisenoxyd	—	2,34	—	2,86	—	2,23	3,05
Chlor	8,30	0,30	8,06	0,24	12,02	0,37	0,26
	102,21	100,32	101,89	100,23	103,08	99,51	99,38
O ab für Cl	1,87	0,07	1,81	0,06	2,71	0,08	0,06
	100,34	100,25	100,08	100,17	100,37	99,43	99,32
Reinasche in pCt. d. Trockensubstanz[1])	2,405	9,436	2,147	8,411	2,464	8,128	8,680

Auf Grund der vorstehenden Zahlen, sowie der früher bei den Einzelperioden angegebenen Menge des frischen Harnes und der Trockensubstanz im Futter und Koth lässt sich leicht berechnen, in welchem Verhältniss die verschiedenen Mineralstoffe auf die Einnahmen und Ausgaben des Pferdes vertheilt waren.

(Siehe Tabelle Seite 38).

In allen Versuchsperioden, mit Ausnahme von VIa, bemerkt man bezüglich der Kieselsäure einen Ueberschuss in den Ausgaben gegenüber den Einnahmen und dass dementsprechend auch die Menge der Gesammt-Reinasche dort mehr beträgt als hier. Es erklärt sich dies Verhalten leicht, wenn man beachtet, dass mit dem grossen Quantum des Futters, namentlich mit dem Heu und

1) Bei dem Harn bezieht sich die angegebene Zahl überall auf den Prozentgehalt des *frischen* Harnes an Gesammt-Reinasche.

Einnahmen und Ausgaben	Trocken-substanz g	Reinasche g	Kali g	Natron g	Kalk g	Magnesia g	Phosphor-säure g	Schwefel-säure g	Kiesel-säure g	Eisenoxyd g	Chlor g
Periode I.											
Heu	4949,4	333,69	81,45	8,08	90,23	28,73	24,13	11,08	74,98	5,61	10,21
Hafer	4227,5	160,05	18,07	1,73	5,89	10,00	40,54	7,23	71,64	4,47	0,50
Koth	3663,6	331,00	31,74	3,24	37,27	23,63	64,84	2,81	159,15	9,96	0,63
Harn (frisch) . .	7903 [1])	174,80	73,52	3,23	59,12	13,56	—	15,56	1,42	—	11,10
Summe der Einnahmen . . .	9176,9	493,71	99,52	9,81	96,12	38,73	64,67	18,31	146,62	10,08	10,71
Ausgaben . . .	—	505,80	105,26	6,47	96,39	37,19	64,84	18,37	160,57	9,96	11,73
Differenz . .	—	+12,06	+5,74	-3,34	+0,27	-1,54	+0,17	+0,06	+13,95	-0,12	+1,02
Periode II.											
Heu	5030,4	339,15	82,75	8,21	91,71	29,20	24,52	11,26	76,21	5,70	10,38
Hafer	4296,5	162,67	18,37	1,76	5,99	10,17	41,20	7,35	72,81	4,54	0,50
Stroh	838,6	54,34	11,89	0,49	3,13	1,61	1,17	2,48	30,74	0,09	2,84
Koth	4372,78	412,61	37,42	1,15	40,23	25,29	68,49	3,18	227,52	9,65	1,24
Harn (frisch . .	8033)	193,20	78,69	3,69	62,36	15,05	—	20,30	1,33	—	16,04
Summe der Einnahmen . . .	10165,5	556,16	113,01	10,46	100,83	40,98	66,89	21,09	179,76	10,33	13,72
Ausgaben . . .	—	605,81	116,11	4,84	103,29	40,34	68,49	23,48	228,85	9,65	17,28
Differenz . .	—	+49,65	+3,10	-5,62	+2,46	-0,64	+1,60	+2,39	+49,09	-0,68	+3,56
Periode IIIa.											
Heu	4902,6	330,53	80,68	8,00	89,38	28,46	23,90	10,97	74,27	5,55	10,44
Stroh	826,4	53.55	11,40	0,48	3,09	1,59	1,16	2,44	30,39	0,76	2,80
Hafer	2177,7	82,45	9,31	0,89	3,03	5,15	20,88	3,73	36,90	2,30	0,26
Bohnen	2133,0	73,55	31,79	0,76	4,28	5,38	29,39	1,42	—	0,41	0,79
Koth	4251,2	357,57	39,58	3,47	42,87	24,99	77,02	3,47	155,90	10,23	0,85
Harn (frisch . .	9664)	207,44	93,97	2,24	57,27	14,31	—	25,56	1,29	—	16,72
Summe der Einnahmen . . .	10039,7	540,08	133,18	10,13	99,78	40,58	75,33	18,56	141,56	9,02	14,29
Ausgaben . . .	—	565,01	133,55	5,71	100,14	39,30	77,02	29,03	157,19	10,23	17,57
Differenz . .	—	+24,93	+0,37	-4,42	+0,36	-1,28	+1,69	+10,47	+15,63	+1,21	+3,28
Periode VIa.											
Heu	5266,2	355,05	86,67	8,59	96,01	30,57	25,67	11,79	79,78	5,97	10,86
Stroh	865,1	56,06	11,93	0,50	3,23	1,67	1,21	2,56	31,71	0,96	2,93
Hafer	2187,7	82,83	9.31	0,89	3,03	5,15	20,88	3,73	36,90	2,30	0,26
Mais	2222,0	30,71	9,45	0,23	0,41	5,03	14,83	0,41	—	0,42	0,06
Koth	4035,6	328,01	39,72	7,87	36,31	25,13	61,86	4,43	142,55	7,32	1,21
Harn (frisch . .	7952)	195,96	82,81	1,60	59,04	14,31	0,88	18,62	1,16	—	23,55
Summe der Einnahmen . . .	10541,0	524,65	117,36	10,21	102,68	42,42	62,79	18,49	148,39	9,65	14,11
Ausgaben . . .	—	523,97	122,53	9,47	95,35	39,44	62,74	23,05	143,71	7,32	24,76
Differenz . . .	—	-0,68	+5,17	-0,74	-7,33	-2,98	-0,05	+4,56	-4,68	-2,33	+10,65
Periode IX.											
Heu	10365,6	698,85	170,59	16,91	188,97	60,17	50,53	23,20	157,03	11,74	21,39
Koth	4555,9	395,45	44,69	4,75	49,91	29,52	47,53	7,03	196,81	12,06	1,03

1) In der Periode I wurden die Harnproben zur Aschenanalyse schon vom 15.—20. Nov. genommen; die produzirte Harnmenge pro Tag betrug durchschnittlich 7903 *g* und es waren darin 2,214 pCt. Reinasche enthalten.

Stroh immer auch unvermeidlich etwas feiner Staub oder feinpulveriger Kieselsand aufgenommen wurde und in dem produzirten Darmkoth wieder zur Ausscheidung gelangte; bei dem Einäschern des Kothes konnte hiervon gar leicht durch die vorhandenen basischen Stoffe eine kleine Menge aufgeschlossen werden und somit die analytisch gefundene Zahl für die Kieselsäure ein wenig sich vergrössern, wenn auch der weitaus grössere Theil dieser feinsandigen Beimengungen bei dem vorsichtigen Einäschern des Kothes unverändert blieb und also von der erhaltenen Rohasche in Abzug gebracht wurde. Hiernach wird es gestattet sein, auch den betreffenden Ueberschuss an Kieselsäure von der Gesammt-Reinasche abzuziehen, und in der That findet man alsdann für die letztere eine fast absolute Uebereinstimmung zwischen Einnahme und Ausgabe (siehe Tabelle S. 40).

Eigenthümlich ist es, dass in den Ausscheidungen des Pferdes stets ein Defizit an Natron sich ergab; es hat daher den Anschein, als ob etwas Natron aus dem verzehrten Futter im Körper des Thieres zurückgeblieben oder angesetzt wäre. Indess handelt es sich hierbei um sehr kleine Mengen, um Differenzen, die auch durch Beobachtungsfehler veranlasst sein können, dadurch dass bei der Aschenanalyse des Futters, namentlich des Wiesenheues die Bestimmung des Natrons ein klein wenig zu hoch ausgefallen ist. Jedenfalls wird ein solcher etwaiger Fehler wieder ausgeglichen, wenn man einfach beide Alkalien zusammenfasst und also auch in der Bilanz der Einnahmen und Ausgaben als Ganzes in Rechnung bringt. Selbstverständlich wurde in allen diesen Versuchen kein Kochsalz in besonderer Gabe verabreicht.

Endlich ist noch darauf hinzuweisen, dass in den Ausgaben gegenüber den Einnahmen stets ein Ueberschuss von Chlor und von Schwefelsäure vorhanden war. Auch dieses Verhalten erklärt sich sehr einfach aus den befolgten Methoden der Analyse, zunächst der Art und Weise des Einäscherns der untersuchten Stoffe. Eine direkte Bestimmung der Gesammtmenge des organisch gebundenen Schwefels und auch des vorhandenen Chlors wurde nicht vorgenommen, und bei dem Einäschern der Futtermittel musste beträchtlich mehr von Schwefel und Chlor verflüchtigt, resp. ausgetrieben werden, als bei dem Einäschern der Exkremente des Thieres, da der Schwefel im schon oxydirten Zustande als Schwefelsäure, und auch das Chlor zum weitaus grösseren Theile in dem produzirten Harn enthalten war und bei dem Einäschern des eingedampften Rückstandes infolge der Gegenwart einer grossen Menge von kohlensauren Alkalien und alkalischen Erden fast vollständig in der gewonnenen Asche zurückbleiben musste. Es ist daher auch in Periode IIIa bei stickstoffreichem Futter, wie man sieht, der Ueberschuss an Schwefelsäure in den Ausgaben des Thieres, zunächst im Harn ein besonders grosser. Aus dem erwähnten Grunde und um die quantitative Vertheilung von Schwefelsäure und Chlor auf Harn und Koth ebenso wie bei den anderen Mineralstoffen rasch, wenn auch nur annähernd genau übersehen zu können, habe ich bei der folgenden Berechnung angenommen, dass in den täglichen Einnahmen des Thieres genau dieselbe Menge jener Stoffe vorhanden war, wie sie in den Ausgaben wirklich gefunden wurde. Auf den Gehalt des Tränkwassers an Mineralstoffen ist hierbei allerdings keine Rücksicht genommen; es kommt aber dieser Gehalt gegenüber der grossen Menge der mit dem Futter aufgenommenen Mineralstoffe kaum in Betracht, da das Tränkwasser nach früheren Untersuchungen in 10 000 Gewichtstheilen davon nur 2—3 Theile, also in den 25 *kg* Wasser,

welche das Pferd durchschnittlich pro Tag in der Tränke aufnahm, im Ganzen nur 5 bis 7½ *g* enthielt, während die Gesammtmenge der Mineralstoffe im täglichen Futter des Thieres nicht weniger als 5—600 *g* betrug.

Nach der angedeuteten Rechnungsweise findet man, dass in Prozenten des gleichnamigen Mineralstoffes im Gesammtfutter mit dem Koth und Harn des Pferdes wieder ausgeschieden wurde:

Periode I.

Futter: 6 *kg* Wiesenheu + 5 *kg* Hafer.

	Rein-asche pCt.	Kali u. Natron pCt.	Kalk pCt.	Mag-nesia pCt.	Phosphor-säure pCt.	Schwefel-säure pCt.	Kiesel-säure pCt.	Chlor pCt.
Koth . . .	64,21	32,00	38,77	61,01	100,26	15,30	99,03	5,37
Harn . . .	35,40	70,20	61,51	37,34	—	84,70	0,97	94,63
	99,61	102,20	100,28	98,35	100,26	100,00	100,00	100,00

Periode II.

Futter: 6 *kg* Heu + 1 *kg* Stroh + 5 *kg* Hafer.

	Rein-asche pCt.	Kali u. Natron pCt.	Kalk pCt.	Mag-nesia pCt.	Phosphor-säure pCt.	Schwefel-säure pCt.	Kiesel-säure pCt.	Chlor pCt.
Koth . . .	65,36	31,24	40,59	61,84	102,39	13,54	99,26	7,17
Harn . . .	34,74	66,80	61,84	36,72	—	86,46	0,74	92,83
	100,10	98,04	102,63	98,56	102,39	100,00	100,00	100,00

Periode IIIa.

Futter: 6 *kg* Heu + 1 *kg* Stroh + 2½ *kg* Hafer + 2½ *kg* Bohnen.

	Rein-asche pCt.	Kali u. Natron pCt.	Kalk pCt.	Mag-nesia pCt.	Phosphor-säure pCt.	Schwefel-säure pCt.	Kiesel-säure pCt.	Chlor pCt.
Koth . . .	63,31	30,04	42,96	61,58	102,24	11,95	99,09	4,84
Harn . . .	38,41	67,14	57,40	35,26	—	88,05	0,91	95,16
	101,72	97,18	100,36	96,84	102,24	100,00	100,00	100,00

Periode VIa.

Futter: 6 *kg* Heu + 1 *kg* Stroh + 2½ *kg* Hafer + 2½ *kg* Mais.

	Rein-asche pCt.	Kali u. Natron pCt.	Kalk pCt.	Mag-nesia pCt.	Phosphor-säure pCt.	Schwefel-säure pCt.	Kiesel-säure pCt.	Chlor pCt.
Koth . . .	62,52	37,30	35,36	59,24	98,52	19,22	96,06	4,88
Harn . . .	37,35	66,17	57,50	33,72	1,24	80,78	0,78	95,12
	99,87	103,47	92,86	92,96	99,76	100,00	96,84	100,00

Für den Koth allein ergab sich im Einzelnen und im Durchschnitt der 4 Versuchsperioden:

	Rein-asche	Kali u. Natron	Kalk	Mag-nesia	Phosphor-säure	Schwefel-säure	Kiesel-säure	Chlor
Periode I.	64,21	32,00	38,77	61,01	100,26	15,30	99,03	5,37
„ II.	65,36	31,24	40,59	61,84	102,30	13,54	99,26	7,17
„ IIIa.	63,31	30,04	42,96	61,58	102,24	11,95	99,09	4,84
„ VIa.	62,52	37,30	35,36	59,24	98,52	19,22	96,06	4,88
Mittel	63,85	32,65	39,42	60,92	100,85	15,00	98,36	5,57

Im Harn waren in Prozenten der Einnahme enthalten:

	Rein-asche	Kali u. Natron	Kalk	Mag-nesia	Phosphor-säure	Schwefel-säure	Kiesel-säure	Chlor
Periode I.	35,40	70,20	61,51	37,24	—	84,70	0,97	94,63
„ II.	34,74	66,84	61,84	36,72	—	86,46	0,74	92,83
„ IIIa.	38,41	67,14	57,40	35,26	—	88,05	0,91	95,16
„ VIa.	37,35	66,17	57,50	33,72	1,24	80,78	0,78	95,12
Mittel	36,48	67,58	59,56	35,76	0,31	85,00	0,85	94,44

In Periode IX, bei ausschliesslicher Fütterung des Pferdes mit Wiesenheu (12 *kg* pro Tag) fand man im Koth allein:

	Rein-asche	Kali u. Natron	Kalk	Mag-nesia	Phosphor-säure	Schwefel-säure	Kiesel-säure	Chlor
Periode IX.	53,97	26,47	26,41	49,70	94,06	30,30	1,00	4,82

Ferner nach früheren Versuchen[1]) im Mittel der Resultate bei Ver-

1) S. „Grundlagen etc.“, S. 56.

fütterung von je zwei Sorten Wiesenheu und Kleeheu waren im produzirten Koth enthalten:

	Rein-asche pCt.	Kali u. Natron pCt.	Kalk pCt.	Mag-nesia pCt.	Phosphor-säure pCt.	Schwefel-säure pCt.	Kiesel-säure pCt.	Chlor pCt.
Wiesenheu	54,4	22,2	36,6	64,5	98,9	37,5	—	6,1
Kleeheu	54,8	31,6	49,5	56,5	100,2	51,7	—	15,4

Aus den vorstehenden Zahlen lassen sich einige Schlussfolgerungen ziehen:

1. Zunächst ist deutlich zu ersehen, dass ebenso wie bezüglich des Stickstoffes, so auch bezüglich der Gesammt-Reinasche und der einzelnen Mineralstoffe überall fast völliges Gleichgewicht zwischen Einnahmen und Ausgaben vorhanden war, und wir entnehmen daraus einen neuen Beweis für die Thatsache, dass der mittlere Ernährungszustand des Pferdes während der ganzen Dauer der Versuchsreihe im Allgemeinen unverändert blieb und also auch Futter und Arbeitsleistung im Gleichgewicht oder in einem gegenseitig äquivalenten Verhältniss sich befanden.

2. Die Untersuchungen bestätigen die früher erzielten Resultate, nämlich:

a) Mit dem Harn des Pferdes wird eine auffallend grosse Menge von *Kalk* ausgeschieden und zwar ganz vorherrschend als kohlensaurer Kalk, welcher den frisch gelassenen Harn rasch trübt und darin einen starken Bodensatz bildet. Es unterscheidet sich hierdurch das Pferd sehr wesentlich von anderen grasfressenden Thieren, namentlich den Wiederkäuern. Die Ausscheidung im Harn beträgt durchschnittlich $\frac{3}{5}$ der Gesammtmenge des im verzehrten Futter enthaltenen Kalkes und es handelt sich hier dem Gewichte nach, auf 500 *kg* Lebendgewicht des Thieres, bei gemischter Fütterungsweise (ziemlich $\frac{1}{2}$ Heu und $\frac{1}{2}$ Kraftfutter) um etwa 60, bei ausschliesslicher Heufütterung sogar um 100 *g* und oft noch mehr an reinem Kalk pro Tag im Harn.

b) *Magnesia* wird in verhältnissmässig geringerer Menge mit dem Harn von dem Pferd ausgeschieden, meistens nur $\frac{1}{5}$ bis höchstens $\frac{2}{5}$ der Gesammtmenge im Futter, — nicht viel mehr als auch bei wiederkäuenden Thieren, z. B. bei den Hammeln beobachtet worden ist.

c) Bemerkenswerth ist ferner die ziemlich beträchtliche Ausscheidung des *Kali*, der Alkalien überhaupt mit dem Darmkoth des Pferdes, im Betrage nämlich von etwa 30 pCt. der Gesammtmenge im Futter, während das betreffende Quantum bei den Wiederkäuern immer ein weit geringeres ist, bei den Schafen im normalen Zustande der Thiere nur etwa 5 pCt. und auch bei den Ochsen[1]) selten mehr als 10—12 pCt. ausmacht.

d) *Phosphorsäure* und *Kieselsäure* werden so gut wie vollständig und ausschliesslich mit dem Darmkoth aus dem Körper wohl aller grasfressenden Thiere entfernt, wenigstens verhalten sich das Pferd und der Wiederkäuer in dieser Hinsicht ganz gleich; nur bei ganz jungen Thieren, z. B. an Kälbern hat man beobachtet, dass der Harn derselben nicht unbedeutende Mengen von Phosphorsäure enthält, wenn nämlich die Nahrung ganz oder theilweise aus Milch oder vorherrschend aus kalkarmen und phosphorsäurereichen Kraftfuttermitteln besteht.

e) Auch bezüglich der *Schwefelsäure* und des *Chlors* ist das Verhalten im Kreislauf der Mineralstoffe bei Pferd und Wiederkäuer sehr ähnlich; von dem

---

1) S. Henneberg u. Stohmann „Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer“ 1. Heft, S. 113. 1860.

Chlor wird von beiderlei Thiergattungen nur sehr wenig, kaum mehr als pCt. der im Futter enthaltenen Menge mit dem Darmkoth, dagegen weitau der grössere Theil, durchschnittlich fast 95 pCt. mit dem Harn ausgeschieden. Von der Schwefelsäure ist verhältnissmässig etwas mehr im produzirten Koth enthalten und zwar anscheinend um so mehr, je reichlicher Wiesen- oder Kleeheu, überhaupt ein ziemlich schwerverdauliches und dabei nicht zu stickstoffarmes Futtermittel in der Tagesration vertreten war.

3. Die tägliche *Harnmenge* bei dem Pferd ist, unter sonst ziemlich gleichen äusseren Verhältnissen, einerseits durch den Gehalt des Futters an verdaulichem Stickstoff und andererseits durch die Menge der in den Harn übergehenden Mineralsalze bedingt. Aus dem einen Grunde ist in Periode IIIa, bei Bohnenfütterung und aus dem anderen Grunde in Periode IX, bei ausschliesslicher Fütterung mit Wiesenheu, dem Volumen oder Gewichte nach besonders viel Harn produzirt und dem entsprechend auch mehr Wasser in der Tränke aufgenommen worden. Stickstoff und Mineralstoffe ergänzen sich gleichsam gegenseitig, um eine bestimmte, ziemlich konstante Konzentration des Harnes zu bewirken, vorausgesetzt, dass das Quantum des täglich verabreichten Rauhfutters, zunächst des Wiesenheues nicht zu sehr wechselt und namentlich kein zu geringes ist. Man erkennt ein solches Verhalten deutlich aus der folgenden Zusammenstellung:

	Harnmenge pro Tag *g*	Mineralstoffe im Harn pCt.	Harn-stickstoff pCt.	Sa. von Mineral-stoffen u. Stickstoff pCt.
Periode I.	7903	2,214	1,56 [1]	2,774
„ II. . . .	8033	2,405	1,61	3,015
„ IIIa. . . .	9664	2,145	1,80	2,945
„ VIa. . . .	7952	2,464	1,45	2,909
„ IX.. . . .	10672	2,834 [2]	1,104	2,938

4. In den vorliegenden Versuchen hat ein theilweiser *Wechsel im Kraftfutter* (Hafer, Bohnen und Mais) keine wesentliche Veränderungen in den Ausscheidungsverhältnissen der Mineralstoffe, weder im Ganzen noch im Einzelnen bewirkt, — höchstens dass unter dem Einfluss der Maisfütterung die Menge der Alkalien und der Schwefelsäure im Koth etwas gesteigert, die des Kalkes dagegen etwas vermindert erscheint; indess sind die Differenzen nur unbedeutend und jedenfalls ist darauf kein besonderes Gewicht zu legen. Von grösserer Bedeutung ist wohl, dass bei ausschliesslicher Fütterung des Pferdes mit *Wiesenheu* in Prozenten der Gesammtmenge im Futter der Gehalt des Darmkothes an Alkalien und Schwefelsäure, sowie auch an alkalischen Erden ein relativ geringerer war, als bei gemischter Fütterung, ein Verhalten, welches für die beiden erstgenannten Stoffe auch im Durchschnitt von zwei früheren Versuchen mit Wiesenheu in ähnlicher Weise sich aussprach. In Versuchen mit *Kleeheu* ist wiederum verhältnissmässig mehr Kali und namentlich Kalk in dem Koth des Pferdes zur Ausscheidung gelangt, während die gesammten Mineral-

1) Periode I, im Beginn der ganzen Versuchsreihe, ist nicht recht massgebend; übrigens steigerte sich im weiteren Verlauf derselben Periode der Prozentgehalt des Harnes an Stickstoff auf 1,67 pCt. und damit die Summe von Stickstoff und Mineralstoffen auf 2,884 pCt., während die durchschnittliche Harnmenge pro Tag nur 7695 *g* betrug (s. S. 7).

2) Der Prozentgehalt des Harnes an Mineralstoffen wurde in Periode IX nicht direkt ermittelt, sondern nach Abzug der mit dem Koth ausgeschiedenen Mineralstoffe von der Gesammtmenge im Futter für den vorliegenden Zweck hinreichend genau berechnet.

stoffe darin, ebenso wie bei ausschliesslicher Wiesenheufütterung nur 54 bis 55 pCt. der im Futter enthaltenen Menge ausmachen und noch mehr sich vermindert hätten, wenn es möglich gewesen wäre, den Einfluss der feinsandigen Beimischungen des Kleeheues auf die Resultate der Analysen von Futter und Koth vollständig auszuschliessen. Auffallend ist es, dass bei der Fütterung des Pferdes allein mit Wiesenheu von den darin enthaltenen basischen Stoffen ein so grosser Antheil in die flüssigen Exkremente übergeht, so dass im produzirten Darmkoth von der Gesammt-Reinasche des verzehrten Heues nur 54 pCt., gegenüber von 64 pCt. bei gemischter Fütterungsweise, sich vorfinden.

Analytische Belege.

Periode I.	Dez. 14.	15.	16.	17.	18.	19.
Koth, frische Probe . . . g	133,078	126,121	126,922	124,960	128,098	128,530
„ nach dem Vortrocknen „	38,708	38,600	38,531	38,428	37,795	39,280
Periode II.	Jan. 10.	11.	12.	13.	14.	15.
Koth, frische Probe . . . g	154,990	160,000	152,011	154,980	153,503	155,500
„ nach dem Vortrocknen „	44,339	45,520	44,070	45,465	45,444	47,138
Periode IIIa.	Jan. 31.	Febr. 1.	2.	3.	4.	5.
Koth, frische Probe . . . g	154,053	157,580	154,000	150,996	155,001	151,022
„ nach dem Vortrocknen „	44,925	45,451	45,146	43,838	44,743	42,580
Periode IIIb.	Febr. 15.	16.	17.	18.	19.	20.
Koth, frische Probe . . . g	153,000	150,897	152,140	151,004	153,000	153,982
„ nach dem Vortrocknen „	45,240	44,286	44,351	43,786	44,622	44,701
Periode IVa.	März 7.	8.	9.	10.	11.	12.
Koth, frische Probe . . . g	150,000	155,006	155,996	152,921	155,180	151,838
„ nach dem Vortrocknen „	42,824	43,135	44,720	44,200	45,758	45,252
Periode IVb.	März 21.	22.	23.	24.		
Koth, frische Probe . . . g	151,727	158,918	152,452	158,040		
„ nach dem Vortrocknen „	44,590	46,516	44,970	44,440		
Periode V.	April 4.	5.	6.	7.	8.	9.
Koth, frische Probe . . . g	156,520	152,087	153,492	151,042	152,491	151,002
„ nach dem Vortrocknen „	44,887	44,331	44,290	44,314	44,394	43,204
Periode VIa.	Mai 2.	3.	4.	5.	6.	7.
Koth, frische Probe . . . g	151,034	149,036	149,980	150,012	150,451	154,114
„ nach dem Vortrocknen „	42,932	42,333	41,710	41,290	41,541	43,490
Periode VIb.	Mai 20.	21.	22.	23.	24.	25.
Koth, frische Probe . . . g	148,172	146,131	151,983	146,580	151,964	151,507
„ nach dem Vortrocknen „	42,740	42,854	44,778	44,023	43,031	41,451
Periode VII.	Juni 6.	7.	8.	9.	10.	11.
Koth, frische Probe . . . g	140,023	148,000	147,461	150,176	145,940	146,754
„ nach dem Vortrocknen „	39,218	40,350	40,770	41,920	40,866	40,638
Periode VIII.	Juli 11.	12.	13.	14.	15.	16.
Koth, frische Probe . . . g	149,00	150,00	152,50	151,00	149,50	151,50
„ nach dem Vortrocknen „	46,398	46,526	47,721	47,090	47,240	46,591
Periode IX.	Aug. 1.	2.	3.	4.	5.	6.
Koth, frische Probe . . . g	188,500	183,013	190,000	188,121	187,129	187,364
„ nach dem Vortrocknen „	48,490	46,800	49,192	48,759	49,886	48,614

Periode I.

	Wiesenheu			Hafer		Koth	
	Nov. Anal. 1.	2.	Dez.	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.
	g	g	g	g	g	g	g
Lufttrockne Substanz	128,098	—	173,423	4,895	5,986	—	—
Nach Vortrocknen	121,000	—	153,200	—	—	—	—
Davon Substanz	4,617	5,081	3,306	—	—	4,047	4,254
Bei 100—110 °C.	4,162	4,579	3,087	4,182	5,112	3,843	4,048
Darin Rohasche	0,305	0,338	0,232	0,172	0,211	0,392	0,408
Kohlensäure	0,009	0,009	0,008	—	—	—	—
Reinasche und Sand	0,296	0,329	0,224	—	—	—	—
Trockensubstanz	2,737	2,985	2,818	2,821	2,998	2,953	2,950
Aetherextrakt	0,117	0,127	0,109	0,168	0,177	0,236	0,233
Trockensubstanz	2,813	2,820	2,922	2,657	2,711	2,875	3,042
Darin Rohfaser	0,784	0,801	0,842	0,331	0,344	1,029	1,090
Asche	0,014	0,015	0,019	0,007	0,007	0,041	0,044
Protein	0,016	0,017	0,018	0,009	0,009	0,043	0,044
Reine Rohfaser	0,754	0,769	0,805	0,315	0,328	0,945	1,006
Trockensubstanz	0,885	0,863	0,672[1])	0,380	0,739	0,683	0,838
Stickstoff	0,0158	0,0154	0,0129	0,0077	0,0150	0,0099	0,0121

	Periode II.				Periode III.	
	Dinkelstroh		Koth		Ackerbohnen	
	Anal. 2.	2.	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.
	g	g	g	g	g	g
Lufttrockne Substanz	72,846	—	—	—	6,460	6,600
Nach Vortrocknen	62,490	—	—	—	—	—
Davon Substanz.	3,700	4,298	5,540	4,772	—	—
Bei 100—110° C.	3,516	4,089	5,342	4,605	5,500	5,625
Darin Asche	0,228	0,262	0,529	0,459	0,177	0,188
Trockensubstanz	2,791	2,840	2,984	3,048	2,669	2,817
Aetherextrakt	0,053	0,054	0,212	0,214	0,046	0,049
Trockensubstanz	2,820	2,892	2,943	2,942	2,790	2,718
Darin Rohfaser	1,410	1,437	1,095	1,088	0,231	0,233
Asche	0,014	0,014	0,038	0,038	0,001	0,001
Protein	0,014	0,014	0,036	0,036	0,007	0,007
Reine Rohfaser	1,382	1,409	1,021	1,014	0,223	0,225
Trockensubstanz	0,839	0,855	0,853	0,969	0,602	0,940
Stickstoff	0,00 475	0,00 495	0,0111	0,0127	0,0285	0,0445

	Wiesenheu			Dinkelstroh	
	Per. II.[2]).	Per. III a.	III b.	III a.	III b.
Lufttrocken	91,858	120,292	98,642	61,744	103,400
Nach Vortrocknen	80,590	107,078	84,625	53,890	93,354
Davon Substanz	3,703	3,840	6,337	3,084	3,664
Bei 100—110° C.	3,539	3,525	6,119	2,920	3,419

	Hafer			Ackerbohnen
	Per. II.	Per. III a.	III b.	III b.
Lufttrocken	4,792	5,982	4,843	4,246
Bei 100—110° C.	4,118	5,211	4,142	3,533

1) Eine weitere Bestimmung ergab in 0,908 *g* Trockensubstanz 0,01742 *g* Stickstoff.

2) In Per. II fand man in 0,902 *g* Trockensubstanz vom Wiesenheu an Stickstoff 0,01 702 *g*.

	Periode III. Koth IIIa.	IIIb.	Periode IV. Leinsamen Anal. 1.	2.	Koth IVa.	IVb.
	g	g	g	g	g	g
Lufttrockene Substanz	5,361	4,540	4,032	5,368	4,521	4,801
Bei 100—110° C.	5,122	4,225	3,670	4,902	4,327	4,466
Darin Asche	0,499	0,405	0,222	0,305	0,417	0,427
Trockensubstanz	3,045	2,885	2,758	2,692	3,015	2,889
Aetherextrakt	0,207	0,198	1,007	0,981	0,272	0,262
Trockensubstanz	2,971	2,845	2,758	2,692	2,932	2,948
Darin Rohfaser	1,087	1,076	0,183	0,174	1,083	1,094
Asche	0,049	0,049	0,042	0,040	0,054	0,054
Protein	0,026	0,026	0,010	0,010	0,026	0,026
Reine Rohfaser	1,012	1,015	0,131	0,124	1,003	1,014
Trockensubstanz	0,888	0,887	0,904	0,403	1,012	0,891
Stickstoff	0,0145	0,0143	0,0388	0,0170	0,0170	0,0148

	Wiesenheu Per. IV.	V.	VI.	Dinkelstroh Per. IV.	V.	VI.
Lufttrocken	94,344	115,370	109,292	108,043	91,171	118,350
Nach Vortrocknen	83,913	104,210	101,356	97,900	83,000	109,750
Davon Substanz	4,483	5,044	6,739	3,044	3,885	4,904
Bei 100—110° C.	4,287	4,807	6,378	2,882	3,677	4,576

	Hafer Per. IV.	V.	VI.	Ackerbohnen Per. IV.	V.
Lufttrocken	5,909	5,067	7,353	4,432	6,381
Bei 100—110° C.	5,073	4,407	6,435	3,623	5,297

	Periode V. Koth Anal. 1.	2.	Periode VIa. Mais Anal. 1.	2.	Koth Anal. 1.	2.	Per. VIb. Koth
	g	g	g	g	g	g	g
Lufttrockne Substanz	4,500	4,073	9,583	5,107	4,624	4,375	4,304
Bei 100—110° C.	4,249	3,846	8,517	4,539	4,417	4,186	4,012
Darin Asche	0,410	0,369	0,130	0,070	0,422	0,401	0,404
Trockensubstanz	2,917	2,944	3,388	3,388	3,065	2,996	2,897
Aetherextrakt	0,202	0,203	0,144	0,144	0,226	0,217	0,206
Trockensubstanz	3,003	2,839	3,121	4,432	2,996	2,897	2,821
Darin Rohfaser	1,129	1,065	0,067	0,096	1,116	1,079	1,018
Asche	0,036	0,034	0,005	0,007	0,038	0,037	0,033
Protein	0,026	0,025	0,010	0,015	0,025	0,023	0,017
Reine Rohfaser	1,067	1,006	0,052	0,074	1,053	1,019	0,968
Trockensubstanz	0,980	0,926	1,123	1,039	1,059	1,018	1,127
Stickstoff	0,0158	0,0150	0,0212	0,0195	0,0182	0,0174	0,0188

	Wiesenheu Per. VII.	VIII.	Stroh VII.	Hafer Per. VII.	VIII.	Mais VII.
Lufttrocken	94,362	138,156	104,502	4,288	4,631	5,667
Nach Vortrocknen	81,412	129,858	95,759	—	—	—
Davon Substanz	5,288	5,214	4,032	—	—	—
Bei 100—110° C.	5,013	4,807	3,772	3,732	4,056	5,019

	Periode VII. Wiesenheu	Koth Anal. 1.	2.	Periode VIII. Koth Anal. 1.	2.
	g	g	g	g	g
Lufttrockne Substanz	5,288	5,429	5,022	4,315	4,416
Bei 100—110° C.	5,013	5,157	4,778	4,014	4,112
Darin Asche	0,361	0,514	0,473	0,413	0,423
Trockensubstanz	2,948	2,935	2,880	2,772	2,971

	Wiesen-heu	Koth		Koth	
		Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*
Aetherextrakt . . .	0,113	0,208	0,209	0,216	0,229
Trockensubstanz . . .	2,986	2,865	2,852	2.985	3,017
Darin Rohfaser	0,848	1,031	1,007	1,015	1,032
Asche	0,013	0,036	0,035	0,038	0,039
Protein	0,018	0,017	0,017	0,021	0,021
Reine Rohfaser . . .	0,817	0,979	0,955	0,956	0,972
Trockensubstanz . . .	1,005	1,172	1,152	0,939	0,940
Stickstoff[1]	0,0192	0,01855	0,0175	0,0138	0,0138

Periode IX.

	Wiesenheu		Koth	
	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.
	g	*g*	*g*	*g*
Lufttrockne Substanz . . .	130,909	—	—	—
Nach Vortrocknen	122,020	—	—	—
Davon Substanz	5,009	4,448	4,229	4,512
Bei 100—110° C.	4,647	4,117	3,963	4,226
Darin Asche	0,327	0,296	0,387	0,414
Kohlensäure	0,013	0,011	—	—
Reinasche und Sand . . .	0,314	0,285	0,387	0,414
Trockensubstanz	2,852	2,753	2,844	2,771
Aetherextrakt	0,110	0,107	0,227	0,227
Trockensubstanz	2,861	2,805	2,844	2,891
Darin Rohfaser	0,807	0,787	1,080	1,058
Asche	0,010	0,010	0,038	0,034
Protein	0,014	0,014	0,023	0,021
Reine Rohfaser	0,783	0,763	1,019	1,003
Trockensubstanz	0,869	0,829	0,970	0,843
Stickstoff	0,0169	0,01608	0,01752	0,01525

Bestimmungen des Stickstoffes im Harn.

Die Titration des bei der Stickstoffbestimmung nach KJELDAHL erhaltenen Ammoniaks wurde in den Versuchsperioden I bis VIII mittelst Jod und Hyposulfitlösung vorgenommen; die letztere konnte hierbei eine sehr verdünnte sein, jedoch musste der Titer häufig aufs Neue festgestellt werden. Es entsprach 1 *ccm* der Hyposulfitlösung an Stickstoff in Gramm:

15. Nov. bis 11. Dez. = 0,0008154; 3. Januar bis 19. Februar = 0,0008698; 8.—11. März = 0,0008992; 5.—14. April = 0,000920; 3.—10. Mai = 0,0008582; 11.—12. Mai = 0,00081756; 18.—25. Mai = 0,00082732; 7.—12. Juni = 0,00081508; 19.—28. Juni = 0,00074644; 8.—17. Juli = 0,00072729.

Das aus der jedesmal abgewogenen Harnmenge erhaltene Ammoniak entsprach an Hyposulfitlösung:

Periode Ia.	*g*	*ccm*	Ib.	*g*	*ccm*		*g*	*ccm*
						6. Jan. . . .	4,139 =	67,3
17. Nov. . . .	4,243 =	68,6	6. Dez. . . .	4,129 =	79,6	7. „ . . .	4,014 =	68,4
18. „ . . .	4,072 =	66,3	7. „ . . .	4,264 =	77,4	8. „ . . .	4,005 =	66,5
19. „ . . .	4,314 =	74,8	8. „ . . .	4,226 =	76,1	9. „ . . .	4,051 =	68,5
20. „ . . .	4,084 =	68,8	9. „ . . .	4,119 =	72,7	10. „ . . .	5,115 =	82,2
21. „ . . .	4,151 =	72,6	10. „ . . .	4,286 =	77,0	11. „ . . .	4,071 =	66,2
22. „ . . .	4,313 =	75,6	11. „ . . .	4,264 =	76,5	12. „ . . .	4,260 =	72,5
23. „ . . .	4,339 =	78,8	Periode II.			13. „ . . .	4,007 =	64,9
24. „ . . .	4,134 =	69,3	5. Jan. . . .	4,086 =	63,1	14. „ . . .	4,107 =	68,4

1) Bei einer weiteren Bestimmung fand man in 1,026 *g* Trockensubstanz 0,01979 *g* Stickstoff.

Periode IIIa.

	g	ccm
15. Jan. . . .	4,109	= 70,0
16. „ . . .	4,260	= 71,7
27. „ . . .	4,014	= 75,1
28. „ . . .	4,311	= 81,9
29. „ . . .	4,509	= 84,5
30. „ . . .	4,757	= 88,6
31. „ . . .	5,173	= 91,8
1. Febr. . . .	4,212	= 80,1
2. „ . . .	4,049	= 73,3
3. „ . . .	4,216	= 79,3
4. „ . . .	4,344	= 82,3
5. Febr. . . .	4,082	= 75,6
6. „ . . .	3,971	= 75,3
7. „ . . .	4,258	= 81,8

IIIb.

	g	ccm
15. Febr. . . .	4,002	= 72,6
16. „ . . .	3,998	= 73,2
17. „ . . .	4,179	= 75,6
18. „ . . .	4,100	= 75,1
19. „ . . .	4,083	= 73,1
20. „ . . .	4,247	= 75,8

Periode IV.

	g	ccm
9. März . . .	3,869	= 66,4
10. „ . . .	4,229	= 76,5
11. „ . . .	4,005	= 73,5
12. „ . . .	4,211	= 75,0
13. „ . . .	3,634	= 66,5
14. „ . . .	3,930	= 73,8
15. „ . . .	4,362	= 78,3
16. „ . . .	4,023	= 78,2

Periode V.

	g	ccm
5. April . . .	4,009	= 78,1
6. „ . . .	3,980	= 71,0
7. „ . . .	4,079	= 71,0
8. „ . . .	4,209	= 75,1
9. „ . . .	4,196	= 74,4
10. „ . . .	4,056	= 68,6
11. „ . . .	4,166	= 71,7
12. „ . . .	4,270	= 76,8
13. „ . . .	4,329	= 75,0
14. „ . . .	4,243	= 73,8

Periode IVa.

	g	ccm
3. Mai . . .	4,186	= 58,3
4. „ . . .	4,146	= 55,6
5. „ . . .	4,206	= 60,4
6. „ . . .	4,276	= 61,0
7. „ . . .	4,259	= 63,8
8. „ . . .	4,306	= 62,9
9. „ . . .	4,160	= 67,1
10. „ . . .	4,200	= 60,2
11. „ . . .	4,249	= 67,3
12. „ . . .	4,271	= 69,4

VIb.

	g	ccm
18. Mai . . .	4,284	= 69,3
19. „ . . .	4,294	= 70,0
20. „ . . .	4,062	= 71,8
21. „ . . .	4,306	= 73,2
22. „ . . .	4,316	= 74,8
23. „ . . .	4,202	= 71,9
24. „ . . .	4,333	= 75,9
25. „ . . .	4,113	= 71,9

Periode VIIa.

	g	ccm
7. Juni . . .	4,106	= 65,4
8. „ . . .	4,174	= 68,0
9. „ . . .	4,120	= 68,9
10. „ . . .	4,120	= 67,6
11. „ . . .	4,287	= 67,8
12. „ . . .	4,139	= 69,3

VIIb.

	g	ccm
19. Juni . . .	3,694	= 67,5
20. „ . . .	3,820	= 75,9
21. „ . . .	3,882	= 73,8
22. „ . . .	4,170	= 78,5
23. „ . . .	4,090	= 81,2
24. „ . . .	4,202	= 82,5
25. „ . . .	4,180	= 76,8
26. „ . . .	3,950	= 79,1
27. „ . . .	4,161	= 82,1
28. „ . . .	4,043	= 76,8

Periode VIII.

	g	ccm
8. Juli . . .	4,378	= 96,2
9. „ . . .	4,278	= 92,2
10. „ . . .	4,229	= 89,7
11. „ . . .	4,502	= 86,1
12. „ . . .	4,331	= 86,9
13. „ . . .	3,971	= 80,4
14. „ . . .	4,263	= 85,3
15. „ . . .	4,321	= 81,4
16. „ . . .	4,265	= 84,6
17. „ . . .	4,171	= 81,0

In Periode IX ist mit Natron und Lakmustinktur titrirt worden und der Titer der Natronlauge war 1 *ccm* = 0,004127 *g* Stickstoff. Es wurden jedesmal zur Stickstoffbestimmung 5 *ccm* des mit Spülwasser (1 *l* pro Tag) verdünnten Harnes abgemessen und sodann das Gewicht der Probe ermittelt.

	g	ccm
28. Juli . .	5,144	= 13,75
29. „ . .	5,162	= 13,80
30. „ . .	5,174	= 13,80
31. „ . .	5,188	= 12,65
1. Aug. . . .	5,169	= 12,75
2. „ . . .	5,169	= 12,55
3. „ . . .	5,169	= 12,60
4. „ . . .	5,174	= 12,75
5. „ . . .	5,184	= 12,75
6. Aug. . . .	5,180	= 12,30
7. „ . . .	5,174	= 12,55
8. „ . . .	5,184	= 12,80
9. „ . . .	5,178	= 12,95

Aschenanalysen.

	Futtermittel.				
	Wiesenheu	Hafer	Dinkelstroh	Ackerbohnen	Mais
	g	g	g	g	g
Trockensubstanz	127,710	128,10	83,86	85,32	177,76
Darin Rohasche	10,832	7,164	10,289	2,940	3,162
Rohasche	0,622	—	0,325	—	—
Darin CO_2	0,081	—	0,023	—	—
Rohasche zur Analyse	5,462	4,775	6,312	2,499	2,531
Sand	0,347	0,175	0,064	0,020	0,054
Kohle	0,062	0,074	0,168	0,142	0,510
Reinasche	4,342	3,233 [1]	3,334 [1]	2,337	1,967

1) Bei dem Hafer sind von 4,775 *g* Rohasche noch 1,297 *g* BaO in Abzug gebracht, welche beim Einäschern zugesetzt waren, ebenso bei dem Dinkelstroh von 5,823 *g* Rohasche 2,299 *g* BaO.

	Wiesen-heu	Hafer	Dinkel-stroh	Acker-bohnen	Mais
	g	*g*	*g*	*g*	*g*
Kieselsäure	0,976	1,447	1,886	—	—
1/5 Lösung: $BaSO_4$	0,085	0,084	0,069	0,026	0,015
2/5 „ $Fe_2P_2O_8$	0,055	0,068	0,043	0,010	0,021
„ „ $CaSO_4$	1,140	0,115	0,187	0,132	0,025
1/5 „ $Mg_2P_2O_7$	0,208	0,112	0,055	0,095	0,179
„ „ do. (P_2O_5)	0,390	0,231	0,007	0,288	0,289
„ „ KCl + NaCl	0,374	0,120	0,235	0,330	0,197
K_2PtCl_6	1,097	0,380	0,733	1,048	0,626
Rohasche	1,148	0,955	1,487	0,375	0,708
Darin AgCl	0,113	0,008	0,166	0,015	0,005

Harn.

	Periode I.	II.	IIIa.	VIa.
	g	*g*	*g*	*g*
Harn, frisch[1])	1068	1084	1066	1074
Darin Rohasche	28,310	31,098	27,551	30,562
Rohasche	0,460	0,359	0,673	0,648
Darin CO_2	0,113	0,0898	0,1589	0,1456
Rohasche zur Analyse	5,823	5,269	5,541	5,535
Sand	0,026	0,010	0,021	0,009
Kohle	0,052	0,013	0,040	0,024
Reinasche	4,315	3,928	4,172	4,258
Kieselsäure	0,035	0,027	0,026	0,025
1/5 Lösung: $BaSO_4$	0,224	0,241	0,300	0,236
2/5 „ $CaSO_4$	1,417	1,231	1,118	1,246
1/5 „ $Mg_2P_2O_7$	0,186	0,174	0,320	0,346
„ „ do. (P_2O_5)	—	—	—	0,012
„ „ KCl + NaCl	0,604	0,535	0,615	0,584
K_2PtCl_6	1,883	1,660	1,960	1,870
Rohasche	0,939	1,811	2,060	2,414
Darin AgCl	0,179	0,452	0,506	0,905

Darmkoth.

	Periode I.	II.	IIIa.	VIa.	IX.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*
Trockensubstanz	141,60	96,46	90,54	95,60	46,005
Darin Rohasche	16,264	9,888	9,630	9,296	4,159
Rohasche zur Analyse	5,795	5,509	5,516	5,481	2,764
Sand	0,770	0,221	0,698	0,702	0,074
Kohle	0,435	0,217	0,213	0,198	0,036
Reinasche	4,590	5,071	4,605	4,581	2,654
Kieselsäure	2,207	2,784	2,008	1,991	1,321
1/5 Lösung: $BaSO_4$	0,022	0,023	0,026	0,036	0,017[2])
2/5 „ $Fe_2P_2O_8$	0,104	0,090	0,100	0,077	0,076
„ „ $CaSO_4$	0,502	0,489	0,536	0,492	0,406
1/5 „ $Mg_2P_2O_7$	0,182	0,173	0,179	0,195	0,136
„ „ do. (P_2O_5)	0,243	0,230	0,273	0,242	0,097
„ „ KCl + NaCl	0,156	0,150	0,179	0,217	0,134
„ „ K_2PtCl_6	0,455	0,476	0,531	0,574	0,389
Rohasche	0,986	1,016	1,003	2,017	1,998
Darin AgCl	0,006	0,011	0,009	0,025	0,020

1) Die angegebene Menge bezieht sich auf den mit Spülwasser (1 *l* pro Tag) verdünnten Harn.

2) Bei der Untersuchung der Kothasche aus Periode IX wurden Eisenoxyd und Kalk in 1/2, Magnesia, Phosphorsäure und Alkalien in 1/4 und Schwefelsäure in 1/8 der Lösung bestimmt.

Pferde-Fütterungsversuche.

Sechszehnter Bericht.

Versuche über den Einfluss einer verschiedenen Art der Arbeitsleistung auf die Verdauung des Futters, sowie über das Verhalten des Rauhfutters gegenüber dem Kraftfutter zur Leistungsfähigkeit des Pferdes.

Ausgeführt im Jahre 1886/87 auf der landwirthschaftlich-chemischen Versuchs-Station Hohenheim

von

Prof. Dr. **E. Wolff**, Prof. Dr. **Sieglin**, Dr. **C. Kreuzhage** und Dr. **C. Riess**.

(Referent: Dr. E. WOLFF.)

Im Jahre 1880 wurde im Auftrage der Compagnie générale des voitures in Paris eine Station für genaue Pferdefütterungsversuche von L. GRANDEAU eingerichtet und sodann A. LECLERC zur speziellen Leitung übergeben. Ueber die Resultate der dort ausgeführten Versuche sind bis jetzt zwei ausführliche Berichte veröffentlicht worden und zwar schon 1882 und 1883[1]), unter dem Titel „Études expérimentales sur l'alimentation du cheval de trait." Rapport adressé au conseil d'administration par L. GRANDEAU et A. LECLERC, directeurs du laboratoire de la Compagnie générale des voitures. Paris, BERGER-LEVRAULT et Co. 1882. Deuxième mémoire, 1883. Beide Berichte sind in gross Quart gedruckt und bilden mit einander einen stattlichen Band, der erste Bericht 157, der zweite 203 Seiten umfassend, mit zahlreichen Tabellen und ausserdem 18 Tafeln, welche Abbildungen von den Einrichtungen der Station und besonders Diagramme mit graphischen Darstellungen der Versuchsresultate enthalten. Weitere Berichte sind bis jetzt nicht erschienen. Bei diesen Pariser Versuchen benutzte man einen dem Hohenheimer Apparat nachgebildeten „Pferdedynamometer", welcher ebenfalls von Professor v. KANKELWITZ in Stuttgart aus der Maschinenfabrik von J. M. VOITH in Heidenheim (Württemberg) geliefert und ganz so wie der hiesige Apparat konstruirt war, nur mit dem Unterschied, dass er zur Arbeitsleistung des Pferdes nicht allein im Schritt, sondern bei leichtem Zuge auch im Trab sich eignete.

Der Hauptzweck der Pariser Versuche bestand darin, eine ganz bestimmte Futtermischung, welche sich bei den Pferden der betreffenden Omnibus- und Droschkengesellschaft schon bewährt hatte, nun auch wissenschaftlich auf ihren

---

1) Die Existenz dieser Berichte habe ich erst sehr spät erfahren; sie war mir im Jahre 1885, als ich meine Schrift „Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes" ausarbeitete, noch völlig unbekannt (vgl. ebendas. S. 10). Erst im Sommer 1886 ist mir darüber eine Mittheilung gemacht und der Titel genau angegeben worden, so dass ich die Berichte durch den Buchhandel mir habe verschaffen können. Meines Wissens haben die Resultate der Pariser Versuche in Deutschland bis jetzt nirgends, weder in einem grösseren Werke, noch auch in agrikulturchemischen und landwirthschaftlichen Zeitschriften Erwähnung gefunden.

Werth und ihre Brauchbarkeit genau zu prüfen. Es war daher die Qualität des Futters in allen bis jetzt vorliegenden Versuchen die gleiche, dagegen das Quantum der ganzen Mischung je nach der Art und Höhe der Tagesarbeit wechselnd, aber auch hier für jede Art der Arbeitsleistung von vornherein feststehend, so dass erst im Verlaufe des Versuches und nach Abschluss desselben sich herausstellte, ob die Ration unter den jedesmaligen Verhältnissen gerade genügte, um das Pferd in einem unveränderten Ernährungszustande zu erhalten oder dazu nicht oder vielleicht mehr als ausreichend war. Auch abgesehen von diesem mehr praktischen Zwecke wurden bei der grossen Sorgfalt, welche man auf die Ausführung der Versuche verwandte, mancherlei allgemein interessante Resultate gewonnen, von denen ich die wichtigeren in dieser Abhandlung mittheilen und näher erörtern will, zumal daran neue, auf der hiesigen Versuchsstation im Jahre 1886/87 ausgeführte Versuche sich anschliessen.

Es handelt sich zunächst um den *Einfluss einer verschiedenen Art und Höhe der Arbeitsleistung auf die Ausnutzung oder Verdauung des Futters.* Zu den Versuchen in Paris dienten 3 Pferde von je 400—450 *kg* Lebendgewicht und von der Art, wie sie dort für die Droschken etc. benutzt werden, mit ziemlich rascher Gangart und mit anscheinend etwas lebhaftem Temperament. Sie wurden mit einander abwechselnd bei den Einzelversuchen in fast völliger Ruhe gehalten oder hatten am Göpel eine bestimmte Last zu ziehen oder sie waren hinten an der Stange des Göpels lose angebunden, in welchem Falle sie nur ihren eigenen Körper fortbewegten und zwar dieselbe Strecke Weges, welche sie beim Ziehen am Göpel zurücklegten. In der Ruheperiode blieb das betreffende Pferd fortwährend im Stalle, nur wurde es, seiner Gesundheit wegen, täglich eine Stunde lang in ruhigem und gleichmässigem Schritt umhergeführt, wobei die Weglänge im Ganzen etwa 4 *km* betrug. Am Göpel hatte das Versuchsthier täglich einen Weg zu machen von 18 bis 21 *km*, einerlei, ob es vorne zum Ziehen angespannt (Arbeitsperiode) oder hinter dem ziehenden Pferd angebunden war, also nur das Gewicht des eigenen Körpers fortbewegte (Periode der Fortbewegung); zur Zurücklegung dieser Wegstrecke gebrauchte das Pferd in beiden Fällen, bei Arbeit und Fortbewegung im Schritt 4 Stunden, im Trab dagegen nur 2 Stunden Zeit. Ferner ist zu erwähnen, dass die Arbeit am Göpel eine sehr mässige war, die Zugkraft nämlich nur 20—21 *kg* betrug, entsprechend etwa der geringen Zugkraft, welche das Pferd beim Ziehen einer leichten Droschke auf ebener, grossentheils mit Asphaltguss belegter Strasse aufzuwenden hat. Es berechnet sich diese Arbeit auf 400 bis 435 000 *kgm*; hierzu kommt noch die Kraftmenge, welche zur Fortbewegung des Thieres selbst erforderlich war und bei der erwähnten Wegstrecke und der eingehaltenen Gangart im Schritt durchschnittlich 570 000, im Trab aber reichlich 1 100 000 *kgm* betrug, wenn nämlich im letzteren Falle, bei der Fortbewegung im Trab der dazu nöthige Kraftaufwand nach derselben Formel berechnet werden darf, wie bei der Fortbewegung im ruhigen Schritt, auf welche Frage wir im Verlaufe dieser Ausarbeitung zurückkommen werden. Nach einer derartigen Berechnung wäre der betreffende Kraftaufwand des Pferdes 1. in den Perioden der Ruhe (4 *km* im Schritt) 99 320, also annähernd 100 000 *kgm*, 2. in den Perioden der Fortbewegung im Schritt durchschnittlich 570 000, im Trab 1 100 000 *kgm*; 3. in den Perioden der Arbeit im Schritt 1 Million, im Trab etwa 1 600 000 *kgm*.

Futter und Darmkoth wurden nach etwas anderen Methoden, als sie in Deutschland üblich sind, auf ihre Zusammensetzung untersucht, namentlich be-

züglich des Gehalts an Cellulose (Rohfaser) und insofern man die sog. stickstofffreien Extraktstoffe in Glucose, Amidon und unbestimmte Stoffe zerlegte und dabei die Menge der beiden ersteren Stoffe auf direktem Wege ermittelte. Zur Bestimmung der *Glucose* extrahirte man jedesmal 10 *g* der Trockensubstanz wiederholt mit kochendem Alkohol, destillirte den letzteren ab, löste den Rückstand in Wasser und behandelte nach dem Auffüllen bis zur Marke einen aliquoten Theil der Lösung in bekannter Weise mit alkalischer Kupferlösung (nach NEUBAUER); aus dem schliesslich erhaltenen Kupferoxyd berechnete man mit dem Faktor 0,4535 die Menge der Glucose. Die Bezeichnung *Amidon* galt für die Gruppe von Stoffen, welche sich in Glucose umwandeln lässt; zu diesem Zwecke wurden 2 *g* Substanz mit 100 *ccm* einer 2 prozentigen Schwefelsäure 1½ Stunden lang in verschlossener Flasche, bei der Temperatur des Kochpunktes einer gesättigten Salzlösung (etwa 108 ° C.), digerirt und nach dem Auswaschen des Rückstandes in der so erhaltenen Flüssigkeit die Glucose bestimmt, welche man mit dem Faktor 0,90 auf Amidon (Stärkemehl) berechnete. Auf diese Weise werden ausser dem Stärkemehl gewisse Gummi- und Gerbstoffe in Glucose verwandelt, ebenso ein Theil der vorhandenen *Cellulose*. Um die letztere zu bestimmen, digerirte man den Rückstand von der Behandlung mit Schwefelsäure ebenfalls 1½ Stunden lang in verschlossener Flasche bei 108 ° C. mit 5 prozentiger Kalilauge; die hierbei ungelöst gebliebene Cellulose wurde nach dem Auswaschen eingeäschert und die gefundene Asche in Abzug gebracht. Der so ermittelte Gehalt an Cellulose musste etwas niedriger ausfallen, als wenn man, wie es in Deutschland meistens geschieht, die betreffende Substanz in offenen Gefässen bei 100 ° C. mit der verdünnten Schwefelsäure und Kalilauge digerirt. Zur Bestimmung des *Rohfettes* extrahirte man die Substanz mit Schwefelkohlenstoff, möglichst bei Ausschluss des gar zu hellen Lichtes, um eine etwaige Ausscheidung von Schwefel zu vermeiden. Der *Stickstoff* endlich wurde auf die Weise bestimmt, dass man 1 *g* der Substanz durch Erhitzen mit 1—1½ *ccm* Schwefelsäure von 66 ° B. in eine glänzend schwarze poröse Kohle verwandelte, diese sodann fein pulverte, mit Natronkalk mischte und nach bekannter Vorschrift verbrannte. Aus dem gefundenen Stickstoff berechnete man unter Anwendung des Faktors 6,25 die Menge des Rohproteins.

Als Beispiele der nach den angegebenen Methoden ausgeführten Analysen will ich hier nur vorläufig die Ergebnisse mittheilen, welche man im Dezember 1880 bei der Untersuchung der lufttrockenen Futtermittel, nämlich von Wiesenheu, Haferstroh, Hafer, Ackerbohnen, Maiskuchen (Tourteau de Mais, vermuthlich Oelkuchen von Maiskeimen) und Mais erhielt:

	Wasser pCt.	Asche ohne CO_2 pCt.	Rohprotein pCt.	Fett pCt.	Cellulose pCt.	a. Glucose pCt.	b. Amidon pCt.	c. Unbek. Stoffe pCt.	a+b+c Nfr. Extraktst. pCt.
Heu	15,12	7,08	7,76	1,27	21,00	1,09	17,82	28,86	47,77
Stroh . . .	16,44	4,18	2,48	1,23	27,51	0,46	20,35	27,35	48,16
Hafer . . .	15,03	3,57	8,62	3,86	8,24	1,04	46,95	12,69	60,68
Bohnen . .	11,35	3,40	29,95	1,50	5,55	2,23	44,13	1,89	48,25
Maisölkuchen .	13,23	2,62	17,24	7,55	4,20	0,48	53,46	1,23	55,17
Mais . . .	14,35	1,74	9,39	1,80	1,80	1,59	64,15	5,18	70,92

Abgesehen von dem relativ niedrigen Gehalt an Cellulose, welcher durch die angewandte Bestimmungsmethode sich erklärt, war auch die gefundene

Menge des Fettes im Heu, Hafer und ganz besonders im Mais, gegenüber den Resultaten sonstiger Analysen dieser Futtermittel, eine auffallend geringe.

Das verabreichte Futter war ein relativ leicht verdauliches und intensiv nährendes, in allen Versuchen, wie schon erwähnt, von völlig gleicher Mischung; es bestand zu 28 pCt. der Gesammtmenge aus Rauhfutter (18,2 pCt. Wiesenheu + 9,8 pCt. Haferstroh) und zu 72 pCt., also fast zu $\frac{3}{4}$ aus Kraftfutter (Hafer, Bohnen, Mais und Maiskuchen). Von der absoluten Grösse der jedesmaligen Tagesration wird später die Rede sein; hier genügt es, dass wir die prozentige Ausnutzung oder die *Verdauungskoeffizienten* der einzelnen Bestandtheile des Futters betrachten, wie sie in den jedesmaligen Versuchen aus der gefundenen Differenz zwischen Futter und Koth berechnet worden sind, ohne Rücksicht auf die in dem letzteren mit ausgeschiedenem Stoffwechselprodukte. Die bezüglichen Versuchsresultate ersieht man aus der folgenden Zusammenstellung, wozu ich noch bemerke, dass die Glucose hier weggelassen ist, weil dieser im Futter an sich nur in geringer Menge vorhandene Stoff stets vollständig verdaut wurde; im Koth der Thiere konnte davon niemals auch nur eine Spur nachgewiesen werden. Dagegen habe ich die Glucose bei der Berechnung der Verdauungskoeffizienten der „stickstofffreien Extraktstoffe“ mit berücksichtigt und diese Berechnung hier, ebenso wie bei den vorstehenden Futteranalysen, vorgenommen zum Vergleich mit den Resultaten der in Deutschland ausgeführten Verdauungsversuche. Die Verdauungskoeffizienten für die gesammte Trockensubstanz und für die Gesammtasche des Futters habe ich als unwesentlich nicht mit aufgeführt; sie entsprechen für die erstere Substanz durchaus denen der organischen Substanz, nur dass sie durchgängig um etwa 3 pCt. niedriger sind.

(Siehe Tabelle S. 53.)

Von den 3 Versuchspferden haben No. I und III bezüglich der Verdauung des Futters im Durchschnitt aller Versuche und in den entsprechenden Einzelversuchen sich sehr ähnlich verhalten, während das Pferd No. II das Rohprotein und das Fett in dem gleichen Futter fast ohne Ausnahme weniger gut verdaut hat; die durchschnittliche Differenz beträgt für das Rohprotein etwa 6 pCt. der im Futter enthaltenen Gesammtmenge und für das Rohfett sogar 10 pCt., ist also keineswegs unbedeutend und beweist wiederum[1]), dass bei dem Pferd in der Verdauungsthätigkeit oft beträchtliche Verschiedenheiten vorkommen, bei dieser Thiergattung vielleicht häufiger, als bei den Wiederkäuern. Im vorliegenden Falle bezogen sich die Verschiedenheiten nur auf das Protein und Fett, nicht aber auf die der Menge nach vorherrschenden Bestandtheile, nämlich auf Cellulose und die stickstofffreien Extraktstoffe, so dass die Differenz für die gesammte organische Substanz des Futters bei allen 3 Pferden nicht sehr wesentlich war, nämlich nur 1—2 pCt. betrug.

Aus dem Mittel der bei allen 3 Thieren gewonnenen Versuchsresultate ersieht man, dass gegenüber dem Verhalten bei fast völliger Ruhe, infolge einer längere Zeit fortgesetzten Bewegung oder einer vermehrten Tagesarbeit eine Verdauungsdepression stattgefunden hat, welche für die gesammte organische Substanz des Futters bei der Gangart im Schritt durchschnittlich zu 1—2 pCt., im Trab zu 3—4 pCt. sich berechnet; jedoch war die Verdauung bei einfacher Fortbewegung im Schritt, ca. 20 *km* weit, keine geringere, als bei fast völliger

---

1) S. meine Schrift: „Grundlagen einer rationalen Fütterung des Pferdes. 1885, S. 17 ff.

Periode des	Einzel-versuche	Organ. Substanz pCt.	Rohprotein pCt.	Rohfett pCt.	Cellulose pCt.	Amidon pCt.	Unbest. Stoffe pCt.	Nfr. Extraktst. pCt.
Pferd Nr. I.								
Ruhe	5	73,03	76,34	61,66	47,43	87,19	43,01	77,50
Schwankungen { Minimum	—	71,3	75,2	55,5	42,2	84,7	31,4	75,6
Schwankungen { Maximum		74,0	78,4	69,0	50,6	88,9	52,1	78,2
Bewegung im Schritt . .	1	73,02	75,75	69,64	46,47	84,55	52,59	77,24
Arbeit im Schritt . . .	1	72,41	73,70	62,08	46,74	85,36	49,14	77,23
Bewegung im Trab . .	1	69,27	70,72	59,62	38,43	86,56	35,92	74,86
Arbeit im Trab	2	66,27	67,55	56,64	32,86	84,70	29,69	72,35
Schwankungen { Minimum	—	65,9	65,6	55,8	31,3	84,5	28,7	72,0
Schwankungen { Maximum		66,6	69,5	57,5	34 4	84,9	30,7	72,7
Pferd Nr. II.								
Ruhe	7	69,50	68,08	50,97	42,98	86,11	36,48	75,28
Schwankungen { Minimum	—	68,2	65,2	42,1	41,2	83,0	26,6	74,0
Schwankungen { Maximum		72,0	70,1	58,9	47,5	88,1	53,4	77,5
Bewegung im Schritt . .	1	71,19	70,13	48,57	43,91	83,65	54,71	77,23
Arbeit im Schritt . . .	1	68,35	67,51	61,62	39,10	81,65	47,74	73,95
Bewegung im Trab . .	1	68,49	65,17	44,92	39,29	86,52	36,44	75,26
Arbeit im Trab	2	67,76	63,85	52,50	38,14	86,20	33,25	74,30
Schwankungen { Minimum	—	67 1	63,8	51,5	37,0	85,9	3,18	73,7
Schwankungen { Maximum		68,4	63,9	53,5	39,3	86,5	3,47	74,9
Pferd Nr. III.								
Ruhe	9	73,15	76,76	61,50	46,81	87,90	39,66	77,63
Schwankungen { Minimum	—	71,8	73,1	52,6	42,1	84,3	32,0	76,6
Schwankungen { Maximum		75,0	79,0	71,0	51,5	89,6	52,8	78,9
Bewegung im Schritt . .	1	72,53	75,84	60,09	41,76	83,97	57,22	77,91
Arbeit im Schritt . . .	1	69,53	74,58	62,59	32,54	82,04	52,32	75,31
Bewegung im Trab . .	1	69,52	70,22	52,78	40,79	86,68	36,96	75,19
Arbeit im Trab	2	65,76	68,98	57,33	28,15	84,88	29,20	72,20
Schwankungen { Minimum	—	65,6	67,6	55,8	27,5	84,8	28,2	72,2
Schwankungen { Maximum		65,9	70,3	58,8	28,8	84,9	30,2	72,3
Im Mittel der 3 Pferde.								
Ruhe	21	71,89	73,73	58,04	45,74	87,07	39,72	76,86
Bewegung im Schritt . .	3	72,25	73,91	59,43	44,05	84,06	54,84	77,46
Arbeit im Schritt . . .	3	70,10	71,93	61,76	39,48	83,02	49,73	75,10
Bewegung im Trab . .	3	69,09	68,70	52,77	39,50	86,59	36,44	75,50
Arbeit im Trab	6	66,60	66,79	55,49	33,05	85,26	30,71	72,95
Mittel aller Versuche bei								
Pferd Nr. I	10	70,80	72,81	61,93	42,39	85,67	40,27	75,84
„ „ II	12	69,06	66,95	51,72	40,69	84,83	41,72	75,20
„ „ III	14	70,10	73,28	58,86	38,01	85,09	43,07	75,65

Ruhe im Stalle, so dass weniger die etwas erhöhte Arbeitsleistung, als vielmehr die Art derselben massgebend erscheint, ob sie nämlich in ruhigem Schritt oder in rascherer Bewegung, im Trab verrichtet wird. Bei dem Pferd No. II

treten die Erscheinungen weniger scharf hervor, als bei No. I und III. Bezüglich des Verhaltens der einzelnen Futterbestandtheile ist noch folgendes zu bemerken.

1. Besonders deutlich und regelmässig erfolgt die Verdauungsdepression in den vorliegenden Versuchen bei dem *Rohprotein* und bei der *Cellulose*; dabei sind aber die Differenzen in den Perioden der Ruhe und der einfachen Fortbewegung des Thieres im Schritt nur höchst unbedeutend.

2. Für das *Rohfett* hat die vermehrte Bewegung und Arbeit im Schritt eher eine Zunahme als eine Abnahme der Verdauung bewirkt, nur durch die Bewegung im Trab wurde dieselbe deutlich vermindert, jedoch merkwürdig genug durch die einfache Trabbewegung des Thieres im höheren Grade als durch gleichzeitige Arbeitsleistung.

3. Bei dem sogenannten *Amidon* finden wir eine auffallende Ausnahme von der im Allgemeinen in diesen Versuchen beobachteten Regel. Zwar ist auch hier die Verdauung in den Ruheperioden die relativ grösste; sie wird aber entschieden durch die Bewegung und Arbeit im Schritt mehr deprimirt als wenn beides in rascherem Tempo, im Trab erfolgt, also entgegengesetzt dem Verhalten aller anderen, hier in Betracht kommenden Bestandtheile des Futters.

4. Bezüglich der *nicht direkt bestimmten Stoffe* ist es bemerkenswerth, dass eine vermehrte Bewegung im Schritt, gegenüber der fast völligen Ruhe, die Verdauung dieser Stoffe bei allen 3 Thieren sehr beträchtlich, um durchschnittlich 15 pCt. erhöht hat und dass erst in den weiteren Versuchsperioden wiederum eine rasche Abnahme eintritt, bedingt offenbar weniger durch den Zug am Göpel, also durch vermehrte Arbeit als durch schnellere Bewegung im Trab.

5. Das zum Theil entgegengesetzte Verhalten von Amidon und der nicht direkt bestimmten Stoffe bewirkt, unter Hinzunahme der vollständig verdauten Glucose, bei der Berechnung der mittleren Verdauungskoeffizienten für die „stickstofffreien Extraktstoffe“ eine gewisse Ausgleichung, so dass eine deutliche Verdauungsdepression für diese ganze Gruppe von Stoffen sich fast nur bei der Arbeit im Trab geltend macht.

Im Allgemeinen hat nach den obigen Versuchen die Arbeit und insbesondere die Art der Bewegung, namentlich wenn diese im Trab erfolgte, eine Verdauungsdepression bewirkt. Dies soll auch, wie die Verfasser des französischen Berichtes bemerken, in Uebereinstimmung sich befinden mit der täglichen Erfahrung, nach welcher die Verdauung des Pferdes in der Ruhe oder bei mässiger Arbeit am relativ grössten ist. Ich weiss nicht, ob auch in Deutschland derartige Beobachtungen von Seiten der Praxis gemacht worden sind. Es ist wohl bekannt und auch selbstverständlich, dass bei einer andauernden Ueberanstrengung des Pferdes Verdauungsstörungen eintreten müssen und damit vermuthlich auch die Verdauungskoeffizienten der einzelnen Futterbestandtheile niedriger ausfallen werden; aber man war, wie ich glaube, ziemlich allgemein der Ansicht, dass die Verdauung des Futters bei mittlerer, nicht zu angestrengter Arbeit am günstigsten oder wenigstens keine wesentlich geringere sei, als bei fast völliger Ruhe des Thieres im Stalle. Diese Ansicht hat auch durch die Resultate von mehrfach in Hohenheim ausgeführten Versuchen eine Bestätigung gefunden, wobei freilich zu beachten ist, dass zu diesen Versuchen kräftige Ackerpferde von sehr ruhigem Temperament und mittlerem

Alter (8—10 Jahre) dienten und dass die betreffende Arbeit stets in einem ruhigen, regelmässigen und relativ langsamen Schritt, niemals im rascheren Tempo (schnellen Schritt, Trab etc.) verrichtet wurde. Man ermittelte hierbei in einzelnen Fällen auch die während der eigentlichen Arbeitszeit von dem Pferd ausgeschiedene Menge des Darmkothes (vgl. S. 25) und fand, dass dieselbe keine wesentlich andere war, als diejenige, welche in einem gleichen Zeitraum bei völliger Ruhe im Stalle zur Ausscheidung gelangte, was anzudeuten scheint, dass die Bewegung des Thieres und seine Anstrengung bei mittlerer Muskelarbeit, unter den vorhandenen Umständen, in keiner Weise den Verlauf des Verdauungsprozesses störend oder fördernd beeinflusste.

Die Resultate der in der angedeuteten Richtung angestellten Hohenheimer Versuche habe ich schon anderswo[1]) mitgetheilt; um aber dieselben mit den Ergebnissen neuer, im vorliegenden Bericht beschriebener Versuche vergleichen zu können, will ich die bezüglichen Zahlen hier nochmals kurz und übersichtlich zusammenstellen. In einer Versuchsreihe bestand die verzehrte Ration zu 52 pCt. aus Rauhfutter und zu 48 pCt. aus Kraftfutter (pro Tag 5 *kg* Wiesenheu, 1,5 *kg* Strohhäcksel von Winterweizen und 6 *kg* Hafer); die einfache Arbeit am Göpel (bei 60 *kg* Pferdezug) betrug pro Tag 670 000, die doppelte 1 340 000 und die dreifache Arbeit 2 010 000 *kgm*. Als Verdauungskoeffizienten fand man:

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
1. Einfache Arbeit . .	56,63	58,73	70,84	52,05	31,24	68,27
2. Doppelte „ . .	56,46	58,62	67,63	52,55	29,03	69,61
3. Dreifache „ . .	56,28	58,66	69,95	45,90	32,33	68,27
4. Doppelte „ . .	54,02	56,41	66,62	48,73	25,82	67,65
5. Einfache „ . .	52,55	54,82	68,21	45,99	26,95	64,41

In den ersten 3 Versuchsperioden ist die Verdauung des Futters fast gleich, und auch die in Periode 4 und 5 etwas verminderte Verdauung lässt sich nicht mit der verschieden grossen Arbeitsleistung des Pferdes in Zusammenhang bringen, sondern ist dadurch bedingt, dass das Heu bei längerer Aufbewahrung an Güte etwas verloren hat. Aehnliches beobachtet man in der folgenden Versuchsreihe, in welcher das Futter zu 65,2 pCt. aus Rauhfutter und 34,8 pCt. aus Kraftfutter bestand (7,5 *kg* Wiesenheu und 4 *kg* Ackerbohnen pro Tag); die einfache Tagesarbeit (am Göpel mit 76 *kg* Pferdezug) war annähernd 808 000, die dreifache also 2 424 000 *kgm*. Hierbei ergab sich:

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
1. Einfache Arbeit . .	58,17	60,04	77,46	24,00	38,55	66,80
2. Dreifache „ . .	56,31	58,48	75,00	12,61	34,73	67,30
3. Einfache „ . .	55,62	57,69	74,60	10,12	34,54	66,05

Noch mehr übereinstimmend waren die Verdauungskoeffizienten in Versuchen, in welchen man bei unverändertem Futter (pro Tag 6 *kg* Wiesenheu, 3,5 *kg* Gerste und 1,5 *kg* Leinkuchen, also 54,6 pCt. Rauhfutter und 45,4 pCt. Kraftfutter) die Tagesarbeit von 808 000 auf 1 549 000 *kgm* steigerte, nämlich:

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
1. Einfache Arbeit . .	58,09	60,90	72,59	41,60	33,93	70,48
2. Erhöhte „ . .	58,27	61,05	72,39	41,52	34,26	70,52

1) S. Landw. Jahrbücher, Bd. VIII, Supplement, S. 77 ff. 1879. Auch in „Grundlagen einer rationellen Fütterung des Pferdes.“ 1885, S. 17 ff.

In unseren neuesten, im Jahr 1886/87 ausgeführten Versuchen haben wir nun die Frage, ob die Art der Arbeitsleistung einen bestimmten Einfluss äussert auf die mehr oder weniger gute Verdauung des Gesammtfutters, noch in der Weise geprüft, *dass die Tagesarbeit in ihrer Höhe nach Kilogrammmetern ziemlich unverändert blieb, aber in ungleich langer Zeit, bei schwächerem oder stärkerem Zuge am Göpel geleistet wurde.* Zugleich sollten hiermit möglichst genaue Beobachtungen verbunden werden über das Verhalten des Futters unter solchen Umständen zur Leistungsfähigkeit des Pferdes, bei völlig unverändertem, mittlerem Ernährungszustande desselben, welcher für das zu diesen Versuchen benutzte Thier einem konstanten Lebendgewicht von 475 *kg* entsprach.

Das Pferd war vor dem Beginn der Versuchsreihe längere Zeit (2—3 Monate lang) mit täglich etwa 9 *kg* Wiesenheu und 3 *kg* leichtem Hafer gefüttert worden und hatte bei diesem ziemlich geringen Futter eine nur wenig anstrengende und auch nicht besonders regelmässige Arbeit geleistet. Der Ernährungszustand war anscheinend ein mittlerer und das Lebendgewicht ziemlich konstant = 477—479 *kg*; gleichwohl bedurfte das Thier einer längeren, fast zweimonatlichen Vorbereitung, bis es auf jede, selbst nur kleine Veränderung in der Futterration und Tagesarbeit hinreichend scharf reagirte und also zu genauen Beobachtungen ganz geeignet war. Diese Vorbereitung begann nach einer kurzen Uebergangsfütterung am 28. Oktober 1886, von welchem Tage an die genau abgewogene Futterration vorläufig in 6 *kg* Wiesenheu und 5 *kg* Hafer, die Tagesarbeit aber in 600 Göpelumgängen bei einem Zug von 40 *kg* bestand. Das Lebendgewicht des Thieres sank hierbei rasch um einige Kilo, hauptsächlich in Folge der weniger voluminösen Beschaffenheit des neuen Futters gegenüber der früheren Ration; es betrug nämlich:

	kg		*kg*
29. Oktober . . .	476,0	1. November . . .	473,5
30. „ . . .	474,5	2. „ . . .	472,5
31. „ . . .	473,5	3. „ . . .	473,5

Um das Pferd in einen etwas besseren Ernährungszustand zu bringen und zugleich das Lebendgewicht entsprechend zu steigern, erhöhte man vom 3. November an die Heuration von 6 auf 7 *kg*. Das Lebendgewicht war jetzt:

4. Nov. . .	473,0	7. Nov. . .	473,0	11. Nov. . .	473,0
5. „ . .	474,0	8. „ . .	473,5	12. „ . .	472,5
6. „ . .	473,0	9. „ . .	472,5	13. „ . .	474,0
		10. „ . .	473,0		

Das Lebendgewicht hielt sich merkwürdig konstant und schien, wenn überhaupt so doch nur sehr langsam zunehmen zu wollen; es wurde daher am 13. November auch die Haferration und zwar von 5 auf 6 *kg* erhöht, so dass also nunmehr das Gesammtfutter pro Tag aus 7 *kg* Heu und 6 *kg* Hafer bestand. Die Folge hiervon war eine rasche und regelmässige Zunahme im Körpergewicht des Thieres:

	kg		*kg*		*kg*
14. Nov. . .	474,5	20. Nov. . .	476,0	26. Nov. . .	478,0
15. „ . .	475,0	21. „ . .	476,0	27. „ . .	479,0
16. „ . .	474,0	22. „ . .	477,0	28. „ . .	480,0
17. „ . .	475,0	23. „ . .	477,0	29. „ . .	480,0
18. „ . .	475,0	24. „ . .	477,5	30. „ . .	481,0
19. „ . .	475,0	25. „ . .	478,0		

Im Mittel von 3 aufeinander folgenden Tagen war das Gewicht:

14.—16. Nov. . . .	474,5	23.—25. Nov. . . .	477,5
17.—19. „ . . .	475,0	26.—28. „ . . .	479,0
20.—22. „ . . .	476,3	29.—30. „ . . .	480,5

Aus diesem zunehmenden Gewicht war zu ersehen, dass das Pferd bei dem verabreichten Futter mehr Arbeit leisten konnte, als ihm bisher war zugemuthet worden; es erfolgte daher eine Steigerung der Tagesarbeit am 30. November von 600 auf 700 und, da in den nächsten Tagen eine noch weitere Zunahme des Körpergewichtes beobachtet wurde, am 4. Dezember auf 800 Göpelumgänge ohne Veränderung des Zuges von 40 *kg*. Hierbei ergab sich:

700 Umgänge		800 Umgänge	
1. Dezember . . .	482,5	5. Dezember . . .	483,0
2. „ . . .	483,0	6. „ . . .	482,0
3. „ . . .	483,0	7. „ . . .	482,0
4. „ . . .	484,0	8. „ . . .	481,0

Es zeigte sich nunmehr keine weitere Zunahme, aber das Thier befand sich offenbar immer noch in einem mehr als mittleren Ernährungszustande, und um diesen zu erreichen, wurde die Tagesarbeit noch weiter, zunächst auf 900 Göpelumgänge gesteigert und sodann in den folgenden Tagen gefunden:

9. Dez. . .	479,5	13. Dez. . .	478,5	17. Dez. . .	480,0
10. „ . .	480,0	14. „ . .	479,0	18. „ . .	479,0
11. 9 . .	479,0	15. „ . .	479,0	19. „ . .	480,0
12. „ . .	480,0	16. „ . .	479,5		

9.—11. Dez. . . .	479,5	15.—17. Dez. . . .	479,5
12.—14. „ . . .	479,2	18.—19. „ . . .	479,5

Man beobachtete also Schwankungen, die aber durchaus keine deutliche Abnahme im Lebendgewicht, vielmehr eine grosse Konstanz desselben erkennen liessen, wie man namentlich aus dem Mittel von 3 zu 3 Tagen ersieht; es konnte daher die Arbeit noch höher, auf 1000 Umgänge pro Tag gesteigert werden, und es geschah dies mit nachstehendem Erfolg für die Gestaltung des Lebendgewichtes:

20. Dezember . . .	480,0	24. Dezember . . .	479,5
21. „ . . .	481,0	25. „ . . .	481,0
22. „ . . .	480,0	26. „ . . .	480,5
23. „ . . .	480,0	27. „ . . .	479,5

20.—22. Dezember	480,3
23.—25. „	480,2
26.—27. „	480,0

Da das Lebendgewicht des Thieres noch immer keine deutliche Verminderung zeigte, und man es nicht für passend erachtete, die Zahl der Göpelumgänge über 1000 hinaus zu steigern, so wurde jetzt etwas von der Futterration, nämlich $\frac{1}{2}$ *kg* Hafer pro Tag abgezogen und damit endlich erreicht, dass das Lebendgewicht des Thieres etwas abnahm und sodann auf einem Punkte konstant sich erhielt, welcher einen nur wenig mehr als mittleren Ernährungszustand andeutete und für die vorliegenden Versuche gleichsam als Norm festgehalten wurde. Es waren nun Futter und Arbeit einander anscheinend äquivalent und es konnte die Reihe der eigentlichen Versuche beginnen.

Versuchsperiode I.

Vom 27. Dezember an verzehrte das Pferd täglich 7 *kg* Wiesenheu und $5\frac{1}{2}$ *kg* Hafer, stets ohne alle Rückstände, und dabei hatte es eine Arbeit von

1000 Göpelumgängen mit einem Zug von 40 *kg* zu leisten, wozu es durchschnittlich eine Zeit von 8 Stunden 35 Minuten gebrauchte, die eine Hälfte Vormittags von 7½ Uhr an, die andere Hälfte Nachmittags von 1 Uhr an. Das Lebendgewicht des Thieres wurde wiederum alltäglich ermittelt und zwar in vorliegender Versuchsperiode an 26 aufeinander folgenden Tagen:

	kg		*kg*		*kg*
28. Dez. . .	480,0	6. Jan. . .	478,0	15. Jan. . .	478,0
29. „ . .	479,0	7. „ . .	477,0	16. „ . .	478,5
30. „ . .	479,0	8. „ . .	477,5	17. „ . .	477,5
31. „ . .	478,5	9. „ . .	477,5	18. „ . .	478,0
1. Jan. . .	477,5	10. „ . .	478,0	19. „ . .	478,5
2. „ . .	478,0	11. „ . .	477,0	20. „ . .	477,5
3. „ . .	478,0	12. „ . .	477,5	21. „ . .	478,0
4. „ . .	478,0	13. „ . .	477,5	22. „ . .	478,0
5. „ . .	477,5	14. „ . .	478,0		

Also von 3 zu 3 Tagen:

28.—30. Dez. . . .	479,3	6.—8. Jan. . . .	477,5	15.—17. Jan. . . .	478,0
1. Dez. bis 2. Jan. .	478,0	9.—11. „ . . .	477,5	18.—20. „ . . .	478,0
3.—5. Jan.. . . .	477,8	12.—14. „ . . .	477,7	21.—22. „ . . .	478,0

Vom 1. Januar an blieb also, wie man sieht, das Lebendgewicht des Pferdes 22 Tage lang so gut wie völlig konstant; es handelte sich von einem Tage zum andern oder im Durchschnitt von jedesmal 3 Tagen nur um Schwankungen von höchstens 0,5 *kg*. Ebenso war in der zweiten Hälfte der Versuchsperiode die tägliche Harnproduktion und Ausscheidung von Harnstickstoff eine fast absolut übereinstimmende, wie sich ergiebt, wenn man die Resultate der an 12 aufeinander folgenden Tagen gemachten Beobachtungen im Durchschnitt von je 6 Tagen mit einander vergleicht, nämlich [1]):

Periode Ia.

Futter pro Tag: 7 *kg* Heu + 5,5 *kg* Hafer. (1000 Umgänge bei 40 *kg* Zug.)

Datum 1887	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur °C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
9. Januar . .	477,5	— 3,8	31,55	8680	126,12 = 1,45
10. „ . .	478,0	— 2,6	27,75	8730	122,59 = 1,40
11. „ . .	477,0	— 1,9	31,50	8880	125,97 = 1,42
12. „ . .	477,5	— 2,8	28,10	8750	112,42 = 1,29
13. „ . .	477,5	— 3,4	28,50	9450	126,02 = 1,33
14. „ . .	478,0	— 6,8	27,10	9240	129,43 = 1,40
Mittel .	477,6	— 3,55	29,07	8955	123,76 = 1,38

Periode Ib.

Futter und Arbeit wie in Ia.

Datum 1887	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur °C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
15. Januar . .	478,0	— 6,7	26,30	8380	125,04 = 1,49
16. „ . .	478,5	— 8,5	26,30	9850	133,45 = 1,36
17. „ . .	477,5	— 11,1	24,80	8230	120,36 = 1,46
18. „ . .	478,0	— 7,3	26,00	8750	126,26 = 1,44
19. „ . .	478,5	— 7,9	28,20	10350	131,77 = 1,26
20. „ . .	477,5	+ 1,1	28,90	7980	104,26 - 1,31
Mittel .	478,0	— 6,73	26,75	8923	123,52 = 1,38

1) Bei dem Harn ist das zum Ausspülen von Harntrichter und Gummischlauch benutzte Wasser (pro Tag 1 *l*) überall in Abzug gebracht und auch der Prozentgehalt an Stickstoff auf den unverdünnten frischen Harn berechnet. Die Bestimmungen des Harnstickstoffes, wie fast alle während der ganzen Versuchsreihe vorkommenden chemischen Analysen sind von dem ersten Stationschemiker, Dr. C. Kreuzhage ausgeführt worden.

Die ziemlich beträchtliche Differenz in der Aufnahme von Tränkwasser in Ia und Ib hat keinen wesentlich ändernden Einfluss auf die Quantität des produzirten Harns geäussert und ist im vorliegenden Falle, wie es scheint, ausschliesslich durch die ungleiche Tagestemperatur verursacht. Es ist hierbei keineswegs eine ganz bestimmte Temperaturdifferenz massgebend, sondern nur dann ergiebt sich eine deutliche Zu- oder Abnahme in dem Quantum des täglich aufgenommenen Tränkwassers, wenn entweder sehr hohe oder sehr niedrige Lufttemperaturen zur Zeit der Arbeitsleistung im Freien vorhanden sind, während gleich grosse Differenzen bei mittlerer Temperatur und selbst noch in der Nähe des Nullpunktes einen deutlich bestimmenden Einfluss hierauf nicht äussern. Dies zeigt auch die folgende Zusammenstellung, in welcher die Durchschnittszahlen ausser für die Periode I auch für die kürzeren oder längeren Zeiträume während der Vorbereitung des Pferdes zu den Versuchen aufgeführt sind:

Zeitraum	Futter pro Tag Heu *kg*	Hafer *kg*	Zahl der Umgänge	Tagestemperatur °C.	Tränkwasser pro Tag Morg. *kg*	Mittags *kg*	Abends *kg*	Sa. *kg*
29. Oktob. bis 3. Nov. .	6	5	600	+ 7,08	3,94	10,67	9,64	24,25
4.—13. Nov.	7	5	600	+ 7,13	8,08	8,82	9,84	26,74
14.—30. „	7	6	600	+ 3,86	8,71	7,56	13,58	29,85
1.—4. Dez.	7	6	700	− 0,68	4,60	9,33	15,20	29,13
5.—8. „	7	6	800	+ 0,63	6,35	10,27	12,88	29,50
9.—19. „	7	6	900	+ 4,75	7,18	9,14	12,02	28,34
20.—27. „	7	6	1000	− 2,25	5,08	8,99	14,34	28,37
28. Dez. bis 22. Jan. . .	7	5,5	1000	− 4,20	2,50	11,84	13,23	27,57

Offenbar hat hier die Steigerung der Heuration um 1 *kg* (zu Anfang November) und der Haferration um 1 *kg* (Mitte November) weit entschiedener die Menge des in der Tränke freiwillig aufgenommenen Wassers beeinflusst als irgend eine Veränderung der mittleren Lufttemperatur; selbst der Abzug von nur $\frac{1}{2}$ *kg* Hafer gegen Ende Dezember macht sich in einer etwas verminderten Aufnahme von Tränkwasser bemerkbar, jedoch kann hierzu die am Schluss der Versuchsperiode I stark verminderte Lufttemperatur mitgewirkt haben, wie schon oben erwähnt wurde und ebenfalls sich ergiebt, wenn man die betreffende Rechnung für die Periode I (28. Dez. — 22. Januar) in 3 Abtheilungen derselben von je 8 oder 9 Tagen ausführt, nämlich:

	Tagestemperatur	Tränkwasser pro Tag Morgen	Mittag	Abend	In Sa.
28. Dez. — 5. Jan.	− 4,60 ° C.	1,57 *kg*	11,05 *kg*	14,86 *kg*	27,48 *kg*
6. — 13. Jan.	− 2,48 „	2,13 „	11,98 „	13,75 „	27,86 „
14. — 22. „	− 5,32 „	3,31 „	12,42 „	11,14 „	26,87 „

Auffallend ist es, dass in der Periode der Vorversuche, vom 14. November bis 27. Dezember eine Steigerung der Tagesarbeit und damit verbundene wesentliche Verlängerung der Arbeitszeit, bei konstant bleibendem Futter, im vorliegenden Falle so gut wie gar nicht verändernd auf die Wasseraufnahme eingewirkt hat, während dies sonst ganz gewöhnlich stattfindet. Dies mag aber damit im Zusammenhange stehen, dass die Lufttemperatur fortwährend eine verhältnissmässig niedrige war, die Arbeit stets, bei relativ leichtem Zug von 40 *kg*, in einem langsamen regelmässigen Schritt verrichtet wurde und selbst bei einer Dauer von zuletzt reichlich 8 Stunden keineswegs eine irgendwie beträchtliche Muskelanstrengung des Thieres erforderte.

Um nun die Verdauungsverhältnisse des Futters näher erörtern zu können, theile ich das darauf Bezügliche im Einzelnen mit, wozu ich bemerke, dass in jeder Versuchsperiode stets an 12 aufeinander folgenden Tagen vom frischen, in je 24 Stunden produzirten Darmkoth die Einzelproben genommen wurden, an denselben Tagen, an welchen man auch die Menge des Harnes und des darin enthaltenen Stickstoffes ermittelte. Hierbei wurde immer der Koth von je 6 Tagen für sich besonders untersucht, die 12 tägige Periode der Probenahme also in zwei gleiche Hälften getheilt und die ganze Untersuchung der grösseren Genauigkeit wegen doppelt ausgeführt. Die Menge des pro Tag produzirten frischen Kothes betrug in *g*:

	Jan. 9.	10.	11.	12.	13.	14.	Mittel
Periode Ia. . . .	18 300	18 500	18 100	17 900	18 000	17 800	18 100
	Jan. 15.	16.	17.	18.	19.	20.	
Periode Ib. . . .	18 200	18 800	17 600	18 100	18 400	17 850	18 158

Die Mengen des von einem Tage zum andern produzirten Darmkothes sind im Allgemeinen sehr konstant, und dasselbe ist auch der Fall bezüglich des Gehalts an lufttrockner Substanz, d. h. an solcher Substanz, welche nach dem Vortrocknen der frischen Probe und 24stündigem Liegen an der Luft bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zurückbleibt, nämlich:

Periode Ia.		Jan. 9.	10.	11.	12.	13.	14.	Mittel
Frische Substanz . . .	*g*	183,000	185,153	181,000	179,038	180,000	177,950	181,023
Lufttr. „ . . .	„	46,430	47,671	47,570	48,158	48,572	48,628	47,830
Desgl. in . . .	pCt.	25,37	25,75	26,28	26,89	26,98	27,33	26,43
Periode Ib.		**Jan. 15.**	**16.**	**17.**	**18.**	**19.**	**20.**	
Frische Substanz . . .	*g*	182,133	188,092	176,010	181,052	183,842	178,583	181,619
Lufttr. „ . . .	„	47,862	50,855	47,470	49,597	50,092	47,842	48,953
Desgl. in . . .	pCt.	26,28	27,04	26,97	27,39	27,24	26,79	26,95

Als Resultat der chemischen Analysen von Futter und Darmkoth wurde erhalten:

		Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz				
			Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Rohasche CO_2 frei
Periode Ia.	Wiesenheu	85,13	11,55	2,73	30,13	46,73	8,81
	Hafer	85,41	13,37	5,48	11,70	65,78	3,67
	Koth	25,66	10,28	5,30	32,13	41,22	11,07
Periode Ib.	Wiesenheu	84,15	11,77	—	—	—	—
	Hafer	85,29	13,39	—	—	—	—
	Koth	26,16	10,25	5,27	33,18	40,91	10,39

Hiernach berechnen sich die Zahlen für Futter, Koth und verdaute Substanz in gewöhnlicher Weise.

Periode Ia.

	Trocken-substanz *g*	Roh-asche *g*	Organ. Substanz *g*	Roh-protein *g*	Roh-fett *g*	Roh-faser *g*	Stickstofffr. Extraktst. *g*
Futter: Heu . . .	5959,10	525,00	5434,10	687,78	163,18	1798,45	2784,69
Hafer . . .	4697,55	167,70	4529,85	628,06	257,43	549,62	3094,73
In Sa. . . .	10656,65	692,70	9963,95	1315,84	420,61	2348,07	5879,42
Darmkoth	4644,46	514,14	4130,32	477,45	246,16	1492,26	1914,45
Verdaut	6012,19	178,56	5833,63	838,39	174,45	855,81	3964,97

Periode Ib.

	Trocken-substanz	Roh-asche	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Futter: Heu . . .	5890,50	518,96	5371,54	693,31	160,91	1777,75	2739,67
Hafer . . .	4697,55	167,70	4529,85	628,06	257,43	549,62	3094,73
In Sa. . . .	10598,05	686,66	9901,39	1321,37	418,24	2327,37	5834,40
Darmkoth	4750,12	493,54	4256,98	486,89	250,33	1576,09	1943,25
Verdaut	5846,93	193,12	5644,41	834,38	167,91	751,28	3891,15

Also verdaut in Prozenten der gleichnamigen Substanz im Futter:

Periode Ia.	56,42	25,78	58,55	63,71	41,47	36,44	67,44
„ Ib.	55,18	28,13	57,01	63,12	40,15	32,27	66,69
Mittel . .	56,30	26,96	57,78	63,42	40,8I	34,36	67,07

Ferner ergiebt sich:

	Nährverhältniss		Gesammt-nährstoff
Periode Ia. . . .	838,39 : 5239,46 (855,81 + 3964,97 + 418,68 [1])	= 1 : 6,27	6077,85
„ Ib. . . .	834,38 : 5045,41 (751,28 + 3891,15 + 402,98)	= 1 : 6,05	5879,79
Mittel	836,39 : 5142,44	= 1 : 6,16	5978,82

In Periode Ia ist von der gesammten organischen Substanz etwas mehr verdaut worden, als in Periode Ib, und ich halte die im letzteren Falle erzielten Resultate für die richtigeren, weil der nach längerer Pause zuerst ausgeführte Verdauungsversuch, wie wir schon mehrfach beobachtet haben, leicht etwas ungenau ausfällt, wahrscheinlich wegen der nur langsamen Angewöhnung des Pferdes an die zum Aufsammeln der Exkremente nöthigen Vorkehrungen und Apparate. Uebrigens war die Differenz der Verdauungskoeffizienten in dem obigen Versuch nur bei der Rohfaser einigermassen bedeutend, bei den übrigen Futterbestandtheilen aber kaum erwähnenswerth. Bezüglich der Verdauung des Rohproteins war in a und b fast völlige Uebereinstimmung vorhanden, ebenso wie dies bezüglich der produzirten Harnmenge und des Harnstickstoffes beobachtet wurde; die betreffenden Zahlen sind nämlich:

	Koth-menge	Harn-menge	Stickstoff 1. im Harn	Stickstoff 2. verdaut	Differenz von 1 u. 2
Periode Ia. . . . *g*	18100	8955	123,76	134,14	10,38
„ Ib. . . . „	18158	8923	123,52	133.50	9,98
Mittel . . . „	18129	8939	123,64	133,82	10,18

Die Differenz in der Menge des Stickstoffes im Harn und im verdauten Futterprotein (N $\times$ 6,25) ist, abgesehen von unvermeidlichen Fehlern der angewandten Beobachtungs- und Rechnungsmethoden, hauptsächlich bedingt durch die fortwährende Neubildung von Haaren, Epidermisschuppen, Hornsubstanz an den Hufen etc. (s. weiter unten). Indess kann man aus den vorstehenden Versuchsergebnissen wohl mit genügender Sicherheit entnehmen, dass Gleichgewicht vorhanden war zwischen Einnahme und Ausgabe, wie zwischen Futter und Arbeitsleistung, dass also der Ernährungszustand des Pferdes während der ganzen Dauer der Versuchsperiode I völlig konstant sich verhielt.

Die Tagesarbeit des Pferdes setzt sich in unseren Versuchen, wie schon mehrfach erwähnt, zusammen aus der effektiven Arbeitsleistung am Göpel und aus der, unabhängig von der zu ziehenden Last, zum Transport des eigenen

1) Verdautes Fett $\times$ 2,4.

Körpers erforderlichen Kraftanstrengung. Für den ersteren Theil der Gesammtarbeit ist einfach die Länge des zurückgelegten Weges und die Stärke des Zuges massgebend, wozu für den schiefen Winkel, in welchem der Zug am Göpel stattfindet, noch der konstante Faktor = 1,0937 hinzukommt. Man hat also im vorliegenden Falle, da 1000 Göpelumgänge gleich sind einer Wegstrecke von 26 390 *m*

$$26\,390 \times 40 = 1\,054\,510 \times 1{,}0937 = 1\,154\,510 \; kgm.$$

Um den zweiten Theil der gesammten Tagesarbeit zu berechnen, muss man zunächst die im Körper des Thieres zu bewegende Masse ermitteln; man findet dieselbe nach der Formel $m = \frac{P}{g}$, worin P das durchschnittliche Lebendgewicht des Pferdes bedeutet und g die konstante Zahl (9,808) ist, welche in unseren Breitegraden der Anziehungskraft unserer Erde für alle auf ihrer Oberfläche befindlichen Körper entspricht; also ist $m = \frac{478}{9{,}808} = 48{,}735$ *kg*. Weiter hat man die Zeit zu berücksichtigen, welche zu einer bestimmten Anzahl von Göpelumgängen gebraucht wurde; als Resultat der direkten Beobachtungen hierüber, auch bei den Vorversuchen, ergab sich:

	Umgänge pro Tag	Zeit in Minuten	Zeit für je 1000 Umgänge
29. Oktbr. — 29. Nov. . . .	600	312,7	521,2
30. Nov. — 3. Dez.	700	358,75	512,5
4. — 7. Dez.	800	412,5	515,6
8. — 18. „	900	467,6	519,6
18. Dez. — 22. Jan.	1000	515,2	515,2

Während der hier in Betracht kommenden Versuchsperiode I (19. Dezember bis 22. Januar) betrug die für 1000 Göpelumgänge mit geringen Schwankungen durchschnittlich gebrauchte Zeit 515,2 Minuten oder 30 912 Sekunden, so dass auf 1 Sekunde eine Weglänge oder Geschwindigkeit (v) von $\frac{26390}{30912} = 0{,}854$ m sich berechnet. Die Sekundenleistung des Pferdes in der Fortbewegung seines Körpers ist nun

$$\tfrac{1}{2} m v^2 \text{ oder } 24{,}367 \times 0{,}729 = 17{,}764 \; kgm.$$

also kommen auf 30 912 Sekunden 549 121 *kgm* und die gesammte Tagesarbeit ist 1 154 510 + 549 121 = 1 703 631 *kgm*.

Unseren bisherigen Versuchen zufolge entsprechen 85 400 *kgm* Arbeit 100 *g* an Nährstoff; man hat also hier 1 703 631 *kgm* = 1995 *g*, und wenn man diese von der Gesammtmenge des aus dem Futter verdauten Nährstoffes (durchschnittlich 5979 *g*) abzieht, so bleiben als Rest 3984 *g*, welche im vorliegenden Falle zur Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande und auf einem konstanten Lebendgewicht von 478 *kg* erforderlich gewesen sind. Auf 500 *kg* Lebendgewicht berechnen sich also im reinen Erhaltungsfutter 4167 *g* an Gesammt-Nährstoff.

Versuchsperiode II.

Am 22. Januar wurde die Tagesarbeit in der Weise verändert, dass man den Pferdezug von 40 auf 60 *kg* steigerte, dagegen die Zahl der Göpelumgänge von 1000 auf 700 verminderte. Die Futterration blieb dieselbe, wie bisher,

nämlich 7 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer. Das Lebendgewicht des Pferdes war in den nächstfolgenden Tagen:

23. Jan. . . .	477,5	27. Jan . . .	478,5
24. „ . . .	478,0	28. „ . . .	479,0
25. „ . . .	478,0	29. „ . . .	480,0
26. „ . . .	477,5		

In den ersten Tagen schwitzte das Pferd ziemlich stark, infolge des verstärkten Zuges; nachdem es aber bald an die veränderte Arbeitsleistung sich gewöhnt hatte, zeigte es offenbar eine Tendenz zur Gewichtszunahme, und man konnte daher die Arbeit noch etwas, auf 750 Göpelumgänge erhöhen. Das Lebendgewicht verminderte sich hierauf ein wenig und blieb sodann während der übrigen Zeit der Periode ziemlich konstant und zwar fast genau auf derselben Höhe, wie in der Versuchsperiode I. Man fand nämlich:

	kg		*kg*		*kg*
30. Jan. . . .	480,0	6. Febr. . . .	478,0	13. Febr. . . .	478,0
31. „ . . .	479,5	7. „ . . .	477,0	14. „ . . .	477,0
1. Febr. . . .	478,5	8. „ . . .	476,0	15. „ . . .	478,0
2. „ . . .	478,0	9. „ . . .	477,0	16. „ . . .	477,5
3. „ . . .	478,0	10. „ . . .	477,0	17. „ . . .	478,0
4. „ . . .	477,5	11. „ . . .	478,0	18. „ . . .	478,5
5. „ . . .	477,5	12. „ . . .	478,0	19. „ . . .	478,0

Im Durchschnitt von 3 zu 3 Tage war das Lebendgewicht:

30. Jan. — 1. Febr. . .	479,3	11.—13. Febr. . . .	478,0
2.— 4. Febr.	477,8	14—16. „ . . .	477,5
5.— 7. „	477,5	17.—19. „ . . .	478,2
8.—10. „	476,7		

Ferner wurde beobachtet:

Periode IIa.

Futter pro Tag: 7 *kg* Heu + 5,5 *kg* Hafer. (750 Göpelumgänge bei 60 *kg* Zug).

Datum	Gewicht des Pferdes *kg*	Tages-temperatur ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff [1]) in *g*	pCt.
7. Febr. . . .	477,0	−0,4	32,10	8 580	125,98 =	1,47
8. „ . . .	476,0	−3,7	29,70	8 990	127,97 =	1,42
9. „ . . .	477,0	−6,1	28,85	9 680	137,34 =	1,42
10. „ . . .	477,0	−6,5	26,60	9 630	134,68 =	1,40
11. „ . . .	478,0	−1,4	31,80	9 030	127,98 =	1,42
12. „ . . .	478,0	−2,3	27,75	9 680	138,30 =	1,43
Mittel	477,2	−3,40	29,47	9 243	132,04 =	1,43

Periode IIb.

Futter und Arbeit wie in Ia.

Datum	Gewicht des Pferdes *kg*	Tages-temperatur ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g*	pCt.
13. Febr. . . .	478,0	−1,3	27,70	9 130	129,76 =	1,42
14. „ . . .	477,0	−3,0	31,10	9 580	123,15 =	1,29
15. „ . . .	478,0	−0,8	28,00	10 880	137,69 =	1,27
16. „ . . .	477,5	−6,6	26,40	9 450	125,71 =	1,33
17. „ . . .	478,0	−9,0	31,05	10 530	123,39 =	1,27
18. „ . . .	478,5	−8,6	29,80	9 300	115,56 =	1,24
Mittel	477,8	−4,88	29,01	9 678	127,54 =	1,32

1) Die täglichen Bestimmungen des Harnstickstoffes wurden wegen Krankheitsfall ausnahmsweise von dem zweiten Stationschemiker ausgeführt.

Die Menge des in dem Harn täglich ausgeschiedenen Stickstoffes war in der ersten Hälfte des 12tägigen Zeitraumes und überhaupt in dieser Periode etwas grösser als in der Versuchsperiode I. Indess möchte ich hieraus nicht etwa auf einen schwankenden oder gar abnehmenden Ernährungszustand schliessen; hiergegen spricht das sehr konstante, durchaus nicht fallende Lebendgewicht des Thieres und in gewisser Hinsicht auch die in beiden Hälften des obigen Zeitraumes durchschnittlich fast gleichen Mengen des in der Tränke aufgenommenen Wassers. Auffallend ist nur, dass in der zweiten Hälfte dieser Periode bei geringerer absoluter Menge von Harnstickstoff die tägliche Produktion von Harn eine etwas grössere und daher der prozentige Gehalt des letzteren an Stickstoff geringer war (1,32 gegen 1,43 pCt.), als in der ersten Hälfte. Ob auf dieses Verhalten Differenzen in der Lufttemperatur, welche an einzelnen Tagen auf −8 und 9° C. sank, eingewirkt haben, ist fraglich; jedenfalls hat hier die wechselnde Lufttemperatur auf die Menge des aufgenommenen Tränkwassers in der Versuchsperiode II keinen irgendwie wesentlichen Einfluss geäussert, wie aus der folgenden Zusammenstellung sich zu ergeben scheint:

	Zahl der Umgänge	Tages-temperatur	Tränkwasser pro Tag Morgen	Mittag	Abend	In Sa.
		° C.	kg	kg	kg	kg
23.—29. Januar . . .	700	−1,77	3,22	10,81	14,61	28,64
30. Jan. — 5. Febr. . .	750	+0,36	4,59	9,64	15,36	29,59
6.—12. Febr.	750	−2,71	4,69	9,53	14,91	29,13
13.—19. „	750	−4,90	3,75	10,83	14,72	29,30

Die Kothproduktion war wiederum von einem Tage zum andern nur wenig schwankend und im Durchschnitt von je 6 Tagen fast ganz gleich; die Menge des frischen Darmkothes betrug nämlich:

	Febr. 7.	8.	9.	10.	11.	12.	Mittel
IIa. . . . g	19 250	18 500	18 100	17 650	18 300	19 000	18 467
	Febr. 13.	14.	15.	16.	17.	18.	
IIb. . . . g	19 000	18 000	18 700	18 100	18 600	18 000	18 400

An Trockensubstanz enthielt das in dieser Versuchsperiode verfütterte Wiesenheu 85,07 pCt. und für den Koth ergab die Analyse:

	Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Rohasche CO_2 frei
IIa . . .	25,56	10,60	5,62	32,20	41,31	10,27
IIb . . .	26,31	10,20	5,68	31,76	41,80	10,56

Man hat also für die Verdauung des Futters:

Periode IIa.

	Trocken-substanz	Roh-asche	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
	g	g	g	g	g	g	g
Futter: Heu . .	5 954,90	521,05	5 433,85	688,39	205,44	1 785,88	2 754,14
Hafer .	4 697,55	167,70	4 529,85	628,06	257,43	549,62	3 094,73
In Sa. .	10 652,45	688,75	9 963,70	1 316,45	462,87	2 335,50	5 848,87
Darmkoth . .	4 720,16	484,76	4 235,40	500,34	265,27	1 519,89	1 949,90
Verdaut . . .	5 932,29	203,99	5 728,30	816,11	197,60	815,61	3 898,97

Periode IIb.

	Trocken-substanz	Roh-asche	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
Futter in Sa. .	10 652,45	688,75	9 963,70	1 316,45	462,87	2 335,50	5 848,87
Darmkoth . .	4 841,00	511,21	4 329,79	493,78	274,97	1 537,50	2 023,54
Verdaut . . .	5 811,45	177,54	5 633,91	822,67	187,88	798,00	3 825,33

In Prozenten des gleichnamigen Futterbestandtheiles wurde verdaut:

	Trocken-substanz	Roh-asche	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extrakst.
	g	g	g	g	g	g	g
IIa . . .	55,69	29,22	57,49	62,00	42,69	34,92	66,26
IIb . . .	54,56	24,33	56,55	62,49	40,59	34,16	65,40
Mittel .	55,13	26,98	57,02	62,25	41,64	34,54	66,03

Nährstoffmenge und Nährstoffverhältniss (verdautes Fett $\times$ 2,4) war also:

	Nährstoffverhältniss	Gesammt-nährstoff
IIa . . .	816,11 : 5188,82 (815,61 + 3898,97 + 474,24) = 1 : 6,36	6004,93 g
IIb . . .	822,88 : 5074,24 (798,00 + 3825,33 + 450,91) = 1 : 6,17	5897,12 g
Mittel .	819,50 : 5131,53 = 1 : 6,27	5951,03 g

Bezüglich der Zeit, in welcher die dem Pferd auferlegte Arbeit geleistet wurde, beobachtete man:

	Umgänge pro Tag	Zeit in Minuten	Zeit für je 1000 Umgänge
23.—29. Januar . . .	700	366,0	522,8
30. Jan. — 19. Febr. . .	750	396,1	528,1

Es entsprechen 750 Göpelumgänge einer Wegstrecke von 19 793 *m*, welche in 396,1 Minuten oder 23 766 Sekunden zurückgelegt wurde, so dass die Geschwindigkeit pro Sekunde (v) 0,833 *m* betrug. Das Lebendgewicht des Pferdes war wiederum 478 *kg*, also $m = \frac{478}{9{,}808} = 48{,}735$ *kg* und

$$\tfrac{1}{2} m v^2 \quad \text{oder} \quad 24{,}367 \times 0{,}694 = 16{,}911.$$

Der zum Transport des eigenen Körpers erforderliche Kraftaufwand war hiernach 23 766 $\times$ 16,911 = 401 884 *kgm*. Hierzu die Arbeit am Göpel = 1,298856 (19 793 $\times$ 60 $\times$ 1,0937) giebt im Ganzen als Tagesleistung des Pferdes 1,700740 *kgm*. Dies ist fast genau dieselbe Leistung, welche in Versuchsperiode I sich berechnete (s. S. 62), und damit in Uebereinstimmung war auch die Gesammtmenge des aus dem Futter verdauten Nährstoffes nahezu die gleiche, nämlich 5951 *g*, sowie ebenfalls der als Erhaltungsfutter bleibende Rest 5951 – 1991 = 3960 oder auf 500 *kg* Lebendgewicht des Pferdes berechnet = 4142 *g*.

Versuchsperiode III.

Eine weitere Steigerung des Pferdezuges am Bremsgöpel, und zwar von 60 auf 80 *kg* wurde am 19. Februar vorgenommen, um zu ermitteln, ob damit bei gleichem Futter, wie in den Versuchsperioden I und II, die Verdauungsverhältnisse und die Leistungsfähigkeit des Pferdes irgendwie merkliche Veränderungen erleiden. Man beobachtete zunächst, wie das Lebendgewicht des Thieres sich gestaltete, wenn die Tagesarbeit auf 550 Umgänge des Göpels bei einem Zuge von 80 *kg* normirt war.

	kg		kg		kg
20. Febr. . . .	478,0	25. Febr. . . .	478,0	2. März . . .	477,4
21. „ . . .	477,5	26. „ . . .	477,5	3. „ . . .	478,5
22. „ . . .	477,5	27. „ . . .	478,0	4. „ . . .	478,5
23. „ . . .	477,0	28. „ . . .	478,0	5. „ . . .	479,0
24. „ . . .	477,5	1. März . . .	478,5		

	kg		kg
20.—22. Febr. . . .	477,7	1.–3. März . . .	478,2
23.—25. „ . . .	477,5	4.–5. „ . . .	478,8
26.—28. „ . . .	477,8		

Es waren hiernach nur geringe Schwankungen im Lebendgewicht des Pferdes vorhanden, jedoch gegen Ende des obigen Zeitraumes ist jedenfalls eher eine kleine Zunahme als eine Abnahme zu bemerken; wir glaubten daher die Tagesarbeit ein wenig, nämlich von 550 auf 600 Göpelumgänge erhöhen zu dürfen. Infolge davon ergab sich:

	kg		*kg*		*kg*
6. März . . .	479,0	12. März . . .	479,0	18. März . . .	478,0
7. „ . . .	478,5	13. „ . . .	478,0	19. „ . . .	478,0
8. „ . . .	479,0	14. „ . . .	478,0	20. „ . . .	478,5
9. „ . . .	479,0	15 „ . . .	478,5	21. „ . . .	478,0
10. „ . . .	479,5	16. „ . . .	477,5	22. „ . . .	478,5
11. „ . . .	479,0	17. „ . . .	477,5	23. „ . . .	478,5

6.— 8. März . . .	478,8	15.—17. März . . .	477,8
9.—11. „ . . .	479,2	18.—20. „ . . .	478,2
12.—14. „ . . .	478,3	21.—23. „ . . .	478,3

Die Differenzen im Lebendgewicht sind auch hier sehr gering; aber dennoch kann ich es nicht als zufällig ansehen, dass in dem ersten Drittel des vorstehenden Zeitraumes noch eine kleine Zunahme erfolgte, wie es ganz gewöhnlich als Nachwirkung eines etwas reichlich bemessenen Futters in den ersten Tagen nach einer geringen Arbeitssteigerung beobachtet wird. In dem zweiten Drittel des obigen Zeitraumes zeigte sich ziemlich deutlich eine kleine Abnahme, im letzten Drittel dagegen wiederum eine gewisse Zunahme und alsdann ein fast völliges Gleichbleiben des Lebendgewichtes. Aus dem Verhalten in diesen letzten Tagen der Versuchsperiode kann man vielleicht folgern, dass das Pferd noch etwas, aber gewiss nur höchst unbedeutend mehr Arbeit hätte leisten können (etwa 625 anstatt 600 Göpelumgänge), ohne dass eine wesentliche Verminderung seines Ernährungszustandes damit verbunden gewesen wäre. Indess konnte dies im vorliegenden Falle nicht mit Bestimmtheit ermittelt werden, weil wir nunmehr zu weiteren, uns noch wichtiger erscheinenden Versuchen übergehen mussten.

In der Versuchsperiode III handelt es sich, wie man sieht, um nur sehr geringe Schwankungen oder Differenzen in den Wägungsresultaten von einem Tage zum andern oder im Durchschnitt von 3 zu 3 Tagen; indess glauben wir, darauf dennoch einiges Gewicht legen zu dürfen, nach den vieljährigen Beobachtungen, welche wir in dieser Hinsicht an unseren Versuchspferden und speziell an dem hier zunächst in Betracht kommenden Pferd gemacht haben. Das quantitative Verhalten des Harnstickstoffes wird für die Beurtheilung des Gleichgewichtes zwischen Futter und Arbeit bei geringen Differenzen noch weniger massgebend sein, sondern meistens erst bei grösseren Differenzen in Betracht kommen. Man fand in dieser Hinsicht:

Periode IIIa.

Futter pro Tag: 7 *kg* Heu + 5,5 *kg* Hafer. (600 Göpelumgänge bei einem Zug von 80 *kg*.)

Datum	Gewicht des *kg*	Tages-temperatur ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g*	pCt.
6. März . . .	479,0	−0,1	25,0	9 330	124,37 =	1,33
7. „ . . .	478,5	+3,2	28,0	9 830	124,65 =	1,27
8. „ . . .	479,0	+3,7	27,8	8 950	121,79 =	1,37
9. „ . . .	479,0	+6,3	28,8	8 380	110,96 =	1,32
10. „ . . .	479,5	+6,3	30,1	10 730	132,07 =	1,23
11. „ . . .	479,0	+1,8	29,8	10 630	125,61 =	1,18
Mittel . .	479,0	+3,53	28,25	9 642	123,24 =	1,28

Periode IIIb.

Futter und Arbeit wie in IIa.

	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur °C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *kg*	Harnstickstoff in *g* pCt.
12. März . . .	479,0	+3,8	20,7	10 050	118,45 = 1,18
13. „ . . .	478,0	−5,2	27,6	10 350	128,48 = 1,24
14. „ . . .	478,0	−5,5	22,2	9 530	124,78 = 1,31
15. „ . . .	478,5	−5,7	28,6	9 030	121,46 = 1,34
16. „ . . .	477,5	−5,7	25,0	9 650	124,60 = 1,20
17. „ . . .	477,5	−4,2	26,6	9 450	121,63 = 1,29
Mittel . .	478,1	−3,75	25,12	9 677	123,23 = 1,27

Man bemerkt hier als einzigen Unterschied in den beiden Abtheilungen der Periode III die durch niedrige Temperatur bedingte geringere Aufnahme von Tränkwasser, während die Menge des pro Tag durchschnittlich produzirten Harnes und des Harnstickstoffes fast absolut gleich war. Um die Vertheilung des Tränkwassers auf die einzelnen Tageszeiten zu übersehen, mögen noch die folgenden Durchschnittszahlen hier Erwähnung finden:

	Zahl der Umgänge	Tages-temperatur °C.	Tränkwasser pro Tag Morgen *kg*	Mittag *kg*	Abend *kg*	In Sa. *kg*
20.—26. Februar . . .	550	+1,43	4,59	7,62	15,72	27,93
27. Febr. — 5. März . .	550	+2,77	4,50	7,29	15,74	27,53
6.—11 März	600	+3,53	4,62	7,81	15,82	28,25
12.—17. „	600	−3,75	3,34	8,90	12,88	25,12
18.—23. „	600	+0,09	2,17	8,78	14,67	25,62

An Darmkoth wurde in den 12 Tagen vom 6.—17. März produzirt:

	März 6.	7.	8.	9.	10.	11.	Mittel
IIIa. . . . *g*	18 000	17 650	17 500	18 300	18 700	18 750	18 150
	März 12.	13.	14.	15.	16.	17.	
IIIb. . . . *g*	18 400	18 400	18 000	18 700	17 750	18 200	18 240

Die Trockensubstanz im verfütterten Wiesenheu fand man in Periode IIIa. durchschnittlich = 83,37 pCt., in IIIb. dagegen = 85,71 pCt. und in dem Darmkoth war enthalten:

	Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz: Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Rohasche CO_2 frei
IIIa. . . .	25,66	10,46	5,66	31,61	41,20	11,07
IIIb. . . .	26,20	10,74	5,59	31,33	41,93	10,41

Ferner nach nochmaliger Analyse im

Wiesenheu .	—	11,56	3,45	29,99	46,25	8,75

Hieraus ergiebt sich:

Periode IIIa.

	Trocken-substanz *g*	Roh-asche *g*	Organ. Substanz *g*	Roh-protein *g*	Roh-fett *g*	Roh-faser *g*	Stickstofffr. Extraktst. *g*
Futter: Heu . .	5 835,90	510,64	5325,56	674,63	201,34	1750,19	2699,10
Hafer. .	4 697,53	167,70	4529,85	628,06	257,43	549,62	3094,73
In Sa. .	10 533,45	678,34	9855,11	1302,69	458,77	2299,81	5793,83
Darmkoth . . .	4 657,30	515,57	4141,74	487,15	263,60	1472,17	1918,81
Verdaut	5 876,15	162,77	5713,37	815,54	195,17	827,64	3875,02

Periode IIIb.

	Trocken-substanz g	Roh-asche g	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Roh-fett g	Roh-faser g	Stickstofffr. Extrakst. g
Futter: Heu . .	5 999,70	524,97	5474,73	693,57	206,99	1799,31	2774,86
Hafer. .	4 697,55	167,70	4529,85	628,06	257,42	549,62	3094,73
In Sa. .	10 697,25	692,67	10004,58	1321,63	464,42	2348,93	5869,59
Darmkoth . . .	4 778,80	497,47	4281,33	513.24	267,14	1497,20	2003,75
Verdaut	5 916,45	195,20	5723,25	808,39	197,28	851,73	3865,84

In Prozenten des gleichnamigen Futterbestandtheiles wurde verdaut:

IIIa.	55,78	24,00	57,97	62,60	42,54	35,99	66,88
IIIb.	55,33	28,18	57,21	61,17	42,48	36,26	65,86
Mittel .	55,56	26,09	57,59	61,89	42,51	36,13	66,37

Die Nährstoffmengen sind folgende:

	Nährstoffverhältniss	Gesammt-nährstoff
IIIa. . . .	815,54 : 5171,07 (827,64 + 3875,02 + 468,41) = 1 : 6,34	5986,61 g
IIIb. . . .	808,39 : 5191,04 (851,73 + 3865,84 + 473,47) = 1 : 6,42	5999,43 „
Mittel .	811,97 : 5181,06 = 1 : 6,38	5993,02 g

In schon mehrfach erwähnter Weise berechnet sich die Tagesarbeit am Göpel (600 Umgänge mit einem Zug von 80 *kg*) zu 1 385 412 *kgm* und der zum Transport des eigenenen Körpers erforderliche Kraftaufwand auf 287 493 *kgm*; die Gesammtarbeit betrug also 1 672 905 *kgm*. Hierbei ist zu erwähnen, dass das Pferd in dieser Versuchsperiode zu 550 Göpelumgängen vom 20. Februar bis 5. März 328,4 Minuten und zu 600 Göpelumgängen vom 6.—23. März 354,3 Minuten gebrauchte, also zu je 1000 Umgängen resp. 597,8 und 590,5 Minuten. Der schwere Zug veranlasste das Thier zu einem noch langsameren Gang, als es schon bei mittlerem Zug hatte; die durchschnittliche Geschwindigkeit pro Sekunde war nur 0,745 *m* anstatt 0,854 *m* in Periode I und 0,833 *m* in Periode II.

Die 1 672 905 *kgm* entsprechen an Nährstoff (100 = 85 400) 1959 *g*; man hat also 5993 – 1959 = 4034 *g* für die Erhaltung des Thieres in einem mittleren Ernährungszustande oder auf 500 *kg* Lebendgewicht des Pferdes nach der Gleichung 478 : 500 = 4034 : 4220 *g*. Es sind dies Zahlen, die sehr nahe denen gleich sind, welche wir in Periode I und II erhielten und die Uebereinstimmung ist eine noch grössere, wenn man beachtet, dass das Pferd, wie wir gesehen haben, bei dem verzehrten Futter in Periode III wohl noch ein wenig mehr Arbeit hätte leisten können.

Wir können nunmehr die Schlussfolgerungen ziehen aus den bis jetzt mitgetheilten Resultaten unserer diesjährigen Versuche. Zu diesem Zweck will ich die hier zunächst in Betracht kommenden Zahlen zusammenstellen, für jede Versuchsperiode nämlich die mittleren Ergebnisse der beiden Abtheilungen, in welchen die Verdauung des überall, nach Quantität und Qualität fast gleichen Futters genau ermittelt wurde.

Im Futter wurde pro Tag aufgenommen:

	Trocken-substanz g	Roh-asche g	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Roh-fett g	Roh-faser g	Stickstofffr. Extraktst. g
Periode I . .	10 627,35	689,68	9937,67	1318,71	419,43	2337,72	5856,91
„ II . .	10 652,45	688,45	9963,70	1316,45	462,87	2335,50	5848,87
„ III .	10 615,35	685,51	9929,84	1312,16	461,60	2324,37	5831,71

Die Menge der anscheinend verdauten Substanz (Differenz von Futter und Darmkoth) war:

	Trocken-substanz	Roh-asche	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extrakst.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Periode I . .	5929,56	185,84	5739,02	836,39	171,18	803,55	3928,06
„ II . .	5871,87	190,77	5681,11	819,39	192,74	806,81	3862,15
„ III .	5897,30	178,99	5718,31	811,97	196,23	839,69	3870,43

Verdaut wurde in Prozenten des gleichnamigen Futterbestandtheiles:

Periode I . .	56,30	26,96	57,78	63,42	40,81	34,36	67,07
„ II . .	55,13	26,98	57,02	62,25	41,64	34,54	66,03
„ III .	55,56	26,09	57,59	61,89	42,51	36,13	66,37

Als Nährstoffmenge (verdautes Fett × 2,4) und Nährstoffverhältniss hat sich also ergeben:

	Nährstoffverhältniss	Gesammt-nährstoff
Periode I . .	836,39 : 5142,44 (803,56 + 3928,06 + 410,83) = 1 : 6,16	5976,82
„ II . .	819,50 : 5131,53 (806,81 + 3862,15 + 462,57) = 1 : 6,27	5951,03
„ III . .	811,97 : 5181,06 (839,69 + 3870,43 + 470,94) = 1 : 6,38	5993,02

Alle diese Zahlen sind von der Art, dass man in den drei verschiedenen Versuchsperioden eine völlige Gleichheit der Verdauungsverhältnisse des Gesammtfutters, sowie der einzelnen Bestandtheile annehmen muss. Die Differenzen sind höchst unbedeutend und keineswegs regelmässig nach bestimmten Richtungen hin verlaufend; auch die kleine Verminderung des Verdauungskoeffizienten für das Rohprotein kann gar nicht in Betracht kommen. Es ergiebt sich also aus den Resultaten dieser Versuche deutlich, dass

> eine ungleiche Zeitdauer, in welcher eine *bestimmte* Tagesarbeit bei wechselnder, von Periode zu Periode steigender oder fallender Zugkraft, aber in stets ruhigem und durchaus gleichmässigem Schritt von dem Pferd geleistet wird, keinen wesentlich ändernden Einfluss auf die Verdauung des Futters äussert,

wobei natürlich immer vorausgesetzt wird, dass keine Ueberanstrengung des Thieres stattfindet, weder durch die Gesammtarbeit (nach Kilogrammmetern berechnet), noch auch durch übermässige Höhe der Zugkraft. Es wird hiermit das schon in früheren Versuchen (vgl. S. 55) erhaltene Resultat ergänzt, dass nämlich auch

> die Steigerung der Tagesarbeit bis zu einer gewissen Grenze die Verdauung des Futters nicht konstant, nach bestimmten Richtungen hin beeinflusst, wenn die Fortbewegung des Pferdes hierbei stets im gleichen, langsamen Schritt am Göpel erfolgt.

Auch bei den weiter oben (S. 52ff.) erwähnten Pariser Versuchen war die Verdauungsdepression bei der *Arbeit* des Pferdes im *Schritt* gegenüber dem Verhalten bei fast völliger Ruhe im Stall und bei einem längeren Marsch im Schritt (ohne Arbeit), nur sehr unbedeutend, durchschnittlich 1 bis 2 pCt. für die gesammte organische Substanz des Futters und für die einzelnen Bestandtheile des letzteren oft schwankend und unbestimmt. Dass aber überhaupt eine Depression stattfand, während eine solche in den Hohenheimer Versuchen nicht beobachtet wurde, kann recht wohl im Zusammenhange stehen mit der verschiedenen Individualität der Versuchsthiere, vielleicht auch mit der

ungleichen Fütterungsweise. In Hohenheim experimentirte man mit Ackerpferden von sehr ruhigem Temperament und von 475—550 *kg* Lebendgewicht, mit Thieren, welche von jeher an einen langsamen und gleichmässigen Gang bei der Arbeit und an ein im Allgemeinen ziemlich voluminöses Futter, welches ihnen auch in den betreffenden Versuchen verabreicht wurde, gewöhnt waren. In Paris dagegen waren die Versuchsthiere gewöhnliche Droschkenpferde, anscheinend etwas scheu, jedenfalls von lebhafterem Temperament, wie schon aus dem Umstande sich ergiebt, dass die Geschwindigkeit bei der Fortbewegung im Schritt durchschnittlich 1,25 *m* pro Sekunde betrug, d. h. fast um die Hälfte mehr, als in Hohenheim beobachtet wurde (0,8—0,9 *m*); ausserdem war das Gesammtfutter ein verhältnissmässig sehr intensives und leichtverdauliches. Gleichwohl sind die Resultate der Pariser Versuche wegen der Regelmässigkeit ihres Auftretens wohl zu beachten, ganz besonders aber insofern von Bedeutung, als

> die Verdauungsdepression bei *rascherem Gange*, nämlich bei Fortbewegung des Pferdes im *Trab*, sowohl ohne als mit Arbeitsleistung am Göpel, eine beträchtlich grössere war, als bei der Bewegung im Schritt.

Die Depression betrug bei Bewegung im Trab ohne Arbeit am Göpel durchschnittlich 3 pCt., mit Arbeit am Göpel 5—6 pCt. für die gesammte organische Substanz, für einzelne Bestandtheile des Futters, namentlich Cellulose und Rohprotein, noch mehr. Hierzu ist noch zu bemerken, dass die Wegstrecke, welche ein Pferd pro Tag zurücklegte, nur etwa 20 *km* betrug, also keineswegs eine besonders grosse war, und dass dazu bei der Bewegung im Schritt 4 Stunden, bei der Bewegung im Trab 2 Stunden Zeit gebraucht wurden. Wenn daher, wie es oft genug der Fall ist, noch mehr Arbeit geleistet wird, die pro Tag von Reit- oder raschen Wagenpferden, z. B. Post- und Kutschpferden im Trab zurückgelegte Wegstrecke vielleicht 40—50 *kgm* beträgt, so muss die Verdauungsdepression, welche das verzehrte Futter erleidet, anscheinend eine noch grössere sein. Aber auch ohne diese vermuthliche Steigerung ist die Depression nach den Ergebnissen der Pariser Versuche schon gross genug; wenn in der Tagesration eines Pferdes bei intensiver Fütterung vielleicht 8000 *g* an organischer Substanz enthalten sind, so handelt es sich bei 3 pCt. Verdauungsdepression um ein Minus von 240 *g*, bei 5 pCt. um 400 *g* Nährstoff, welche z. B. als Hafer einem Quantum desselben im ersteren Falle von mehr als $\frac{1}{3}$, im zweiten Falle aber von etwa $\frac{2}{3}$ *kg* entsprechen. Es ist also, wie man sieht, für die Praxis von der grössten Wichtigkeit, durch fortgesetzte und mannichfach modifizirte Versuche zu ermitteln, ob eine derartige Verdauungsdepression allgemeine Gültigkeit hat und innerhalb welcher Grenzen sie etwa sich bewegt. Man müsste hiernach vielleicht den Futteretat für Reit- und rasch sich bewegende Wagenpferde in etwas anderer Weise reguliren und berechnen, als für gewöhnliche Ackerpferde. In der angedeuteten Richtung würde, wie mir scheint, ganz vorzugsweise eine Versuchsstation erfolgreich arbeiten können, welche einem Gestüt angehörte und daher jederzeit passendes Material von Versuchsthieren, auch wohl besonders geeignete Lokalitäten und die nöthigen Hülfsarbeiter zur Verfügung hätte. Ueberhaupt würden auf solchen, mit grösseren Gestüten verbundenen Versuchsstationen viele wichtige, die Aufzucht, Fütterung und ganze Haltung der Pferde betreffende Fragen gewiss am leichtesten und sichersten ihre Lösung finden.

Die bisher in diesem Referat erwähnten Versuche haben weiter ergeben, dass

die *Leistungsfähigkeit* des Pferdes keine merkliche Veränderung erleidet, wenn bei einem, nach Quantität und Qualität konstanten Futter die Tagesarbeit mit ungleicher Zugkraft am Göpel (40—60 und 80 *kg*), in ungleich langer Zeit verrichtet wird.

Man erkennt dieses deutlich aus folgenden, hier hauptsächlich in Betracht kommenden Zahlen:

	Göpel-umgänge	Zug-kraft *kg*	Länge d. Weges *m*	Zeit der Arbeitsleistung Minuten	Tages-arbeit *kgm*	Arbeit pro Sekunde *kgm*
Periode I . .	1000	40	26 390	515,2	1 703 631	55,1
„ II .	750	60	19 793	396,1	1 700 740	71,6
„ III .	600	80	15 834	354,3	1 672 905	78,7

Die gesammte Tagesleistung und somit, da der Ernährungszustand des Pferdes anscheinend völlig unverändert blieb, auch die Leistungsfähigkeit des letzteren war fast genau die gleiche, einerlei ob die Arbeit in kürzerer oder längerer Zeit, mit grösserer oder geringerer Zugkraft am Göpel verrichtet wurde. Natürlich giebt es auch hier eine Grenze, welche stets eingehalten werden muss, oder ein Maximum, welches nicht überschritten werden darf, wenn nicht Störungen im Gesundheitszustande und also in der Leistungsfähigkeit des Thieres eintreten sollen. Ein solches Maximum scheint im vorliegenden Falle schon mit 80 *kg* Zugkraft ziemlich erreicht zu sein, insofern hierbei die Anstrengung des Pferdes eine beträchtlich gesteigerte war, wie man daraus entnehmen kann, dass die Geschwindigkeit der Fortbewegung, das Tempo des Ganges deutlich sich verminderte, nämlich bis auf 0,745 *m* pro Sekunde gegenüber von 0,854 und 0,833 *m* in Versuchsperiode I und II. Auch blieb das Pferd häufiger stehen, um in der Arbeit eine Pause zu machen und musste daher mehr angetrieben werden, als bei leichterem, wenn auch längere Zeit andauerndem Zuge am Göpel.

Von Ende Dezember 1886 bis gegen Ende März 1887, also in den Versuchsperioden I bis III, verblieb unser Pferd in einem fast völlig unveränderten, mittleren Ernährungszustand, und hierbei betrug die aus einer und derselben Futtermischung (7 *kg* Wiesenheu und 5,5 *kg* Hafer) täglich verdaute Menge von Gesammtnährstoff, ferner das der wirklichen Arbeitsleistung entsprechende Quantum, sowie nach Abzug des letzteren (100 *g* Nährstoff = 85 400 *kgm* Arbeit), der sich ergebende Rest an Nährstoff, welcher zur Erhaltung des Pferdes ohne jegliche Arbeitsleistung, aber in einem gleichen mittleren Ernährungszustande erforderlich gewesen wäre:

	Gesammt-Nährstoff	Nährstoff für Arbeit	Rest an Nährstoff
Periode I	5977 *g*	1995 *g*	3982 *g*
„ II	5951 „	1991 „	3960 „
„ III	5993 „	1959 „	4034 „
Mittel . .	5974 *g*	1982 *g*	3992 *g*

Da das Normalgewicht des betreffenden Pferdes = 475 *kg* ist, so berechnet sich also für 500 *kg* Lebendgewicht im reinen Erhaltungsfutter ein Nährstoffquantum von durchschnittlich 4194 *g*. Im Jahr 1885/86 fand man dieses Nährstoffquantum im Mittel von 5 Einzelversuchen mit sehr geringen Schwankungen = 4230 *g* (s. S. 32), ferner im Jahr 1884/85 in 4 Versuchen mit demselben Pferd = 4158 [1]) und in noch früheren 38 Einzelversuchen mit 3 verschiedenen Pferden 4143—4260, durchschnittlich 4190 *g* [2]).

Alle diese Zahlen sind sehr nahe übereinstimmend und deuten darauf hin, dass für die Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande auf 500 *kg* Lebendgewicht, abgesehen von irgend einer Arbeitsleistung, also bei völliger Ruhe im Stalle, — annähernd 4200 *g* Nährstoff erforderlich sind. Gleichwohl hat diese Zahl nur im beschränkten Grade Gültigkeit, nämlich nur dann, wenn *das Gesammtfutter des Pferdes wenigstens zur Hälfte des Gewichtes aus Rauhfutter, zunächst aus Wiesenheu mit etwas Strohhäcksel, zur anderen, vielleicht kleineren Hälfte aus Kraftfutter, hauptsächlich Hafer besteht.* Dies ist, wie bekannt, ganz gewöhnlich bei Ackerpferden und überhaupt bei Pferden der Fall, denen nur eine mittlere Arbeit, und zwar meist im langsamen Tempo, vorherrschend im Schritt zugemuthet wird. So bezeichnet z. B. SETTEGAST als Tagesration für ein ziemlich schweres Ackerpferd 6 *kg* Hafer, 5—6 *kg* Heu und 1½—2 *kg* Stroh, ferner GROUVEN: 6 *kg* Hafer, 4 *kg* Heu und 4 *kg* Stroh; in Hohenheim werden für die Wirthschaftspferde pro Kopf (550 *kg* Lebendgewicht) 7 *kg* Hafer, 7½ *kg* Heu und 1 *kg* Strohhäcksel gerechnet u. s. w. Ganz anders aber ist das Verhalten bezüglich der Nährstoffmenge im reinen Beharrungsfutter, wenn es sich um eine besonders intensive Arbeitsleistung und um ein rascheres Tempo der letzteren handelt, wenn also ein *intensiv nährendes, möglichst wenig voluminöses Futter, ganz vorherrschend Kraftfutter* mit etwas Strohhäcksel, aber wenig oder gar kein Heu verabreicht wird. Beispielsweise will ich erwähnen, dass zwei kräftig gebaute und lebhafte Pferde, die in einem guten Ernährungszustande sich befinden, einen schweren Postwagen (mit häufig 8 Passagieren ausser dem Postillon) von Plieningen über Hohenheim nach Stuttgart, täglich zweimal hin und zurück, bergauf und bergab ziehen und dabei im Ganzen eine Wegstrecke von 56 *km* mit einer mittleren Geschwindigkeit von 2,40 *m* pro Sekunde, d. h. im Mitteltrab zurücklegen. Hierbei erhalten sie pro Tag und Stück 10—11 *kg* Hafer mit Strohhäcksel vermischt und ausserdem Heu nach Belieben, wovon sie aber thatsächlich sehr wenig, oft fast gar nichts verzehren. Dem Hafer entsprechen etwa 6000—6600 *g* an Nährstoff und die Tagesleistung berechnet sich pro Kopf auf wenigstens 3 Millionen Kilogrammmeter, so dass bei einem Lebendgewicht von reichlich 550 *kg* nach Abzug des Nährstoffäquivalentes für die geleistete Arbeit als reines Beharrungsfutter, auf 500 *kg* berechnet, offenbar weit weniger als 4200 *kg* an Nährstoff übrig bleibt.

Aehnlich verhält es sich mit den Militärpferden. Nach den Angaben einer, im vorigen Winter dem Reichstage vorgelegten Denkschrift beträgt die gewöhnliche Haferration in Friedenszeiten das ganze Jahr hindurch, auch für die Zeit der Hauptübungen und Manöver, 4½ *kg* und nur für die Pferde der Offiziere und in der Reitschule 5 *kg*; ausserdem werden pro Tag 2½ *kg* Heu und 3½ *kg* Stroh verabreicht, das letztere nur zum kleineren Theil (höchstens 1½ *kg*) als

1) S. meine Schrift „Grundlagen etc.“, S. 110 und 133.
2) Ebendas., S. 129—134.

Häcksel und im Gemenge mit dem Hafer, dagegen zum grösseren Theil zur Einstreu. Dies entspricht im Ganzen 4036—4340 *g* an Nährstoff, und es ist klar, dass auch hier von dem angegebenen Nährstoffquantum im reinen Beharrungsfutter nicht die Rede sein kann, wenn man beachtet, dass für die tägliche Arbeitsleistung gewiss ein Kraftaufwand von 1 500 000 *kgm* und während der Mänöverzeit vielleicht doppelt so viel erforderlich ist. Allerdings befinden sich die Militärpferde nach den Anstrengungen des Manövers oft in einem sehr traurigen, herabgekommenen Zustande, weshalb auch eine einigermassen entsprechende Steigerung der Haferration schon längst als dringend nothwendig erkannt worden ist.

Man findet in den Schriften über Zucht und Haltung der Pferde nur wenig bestimmte und recht zuverlässige Angaben über die unter verschiedenen Verhältnissen wirklich verabreichten Pferdsrationen, und noch schwieriger ist es, aus den Kreisen der Praktiker hierüber genaue Aufschlüsse sich zu verschaffen. Die Menge des täglich verfütterten Hafers oder von sonstigem Kraftfutter ist freilich wohl bekannt, nicht aber was ausserdem an Heu und Stroh verzehrt wird und ebenfalls nicht, auf welches Lebendgewicht im mittleren Ernährungszustande des Thieres die betreffende Futterration sich bezieht oder wie hoch die dabei geleistete Muskelarbeit sich berechnet. Gleichwohl giebt es in der Praxis Beispiele genug, aus welchen man deutlich ersehen kann, dass bei vorherrschend intensiver Fütterungsweise, unter sonst gleichen Verhältnissen und namentlich bei ziemlich gleicher Arbeitsleistung und unverändertem Ernährungszustande des Pferdes, die nach der bisher von mir angewandten Methode berechnete Gesammtmenge von Nährstoff im täglichen Futter oft weit geringer ausfällt, als wenn das letztere ein mehr voluminöses ist, insbesondere zum grösseren Theil aus Wiesenheu besteht. Die Ursache hiervon ist, dass in der That

> die gesammte, aus dem *Kraftfutter* verdaute organische Substanz eine wesentlich grössere Nährkraft, einen höheren Werth zunächst für die Kraftproduktion im Körper des Pferdes besitzt, als eine gleiche Menge der aus dem *Rauhfutter*, z. B. aus dem Wiesenheu verdauten organischen Substanz.

Zur Bestätigung dieser Thatsache will ich jetzt die Resultate mittheilen und näher erörtern, welche in exakten Fütterungsversuchen mit Pferden theils schon 1880—1882 auf der Versuchsstation der Compagnie générale des voitures in Paris, theils in der neuesten Zeit in Hohenheim, auf der hiesigen Versuchsstation erzielt worden sind. Von den *Pariser Versuchen* sind zunächst und hauptsächlich diejenigen zu erwähnen, welche den Futter- oder Nährstoffbedarf des Pferdes bei fast völliger Ruhe desselben im Stalle betreffen, und es sind gerade die hierbei erzielten Resultate besonders interessant.

Um über das Erhaltungsfutter des Pferdes Aufklärung zu erhalten, wurden 15 Einzelversuche mit 3 verschiedenen Thieren und, als die dabei angewandte Futterration als zu stark sich ergab, mit dem Pferd Nr. II noch 2 und mit dem Pferd Nr. III noch 4 weitere Versuche unter Anwendung einer um $\frac{1}{10}$ verminderten Ration ausgeführt. Von diesen im Ganzen 21 Versuchen sind hier 3 ausgeschlossen worden, weil im Verlaufe derselben Störungen vorkamen, in Folge von plötzlichem Erschrecken und einer dadurch bewirkten auffallenden Abnahme im Lebendgewicht des betreffenden Thieres (bis zu 12 und sogar 17 *kg*), was nur sehr langsam wiederum ausgeglichen wurde. Auch abgesehen

von solchen vereinzelten Störungen waren die Schwankungen im Lebendgewicht der Versuchsthiere ziemlich gross, wenigstens weit grösser als sie in den Hohenheimer Versuchen beobachtet wurden, selbst wenn man in den Einzelversuchen die Mittel der Wägungen an jedesmal 3 aufeinander folgenden Tagen übersieht. Es steht dies wohl damit im Zusammenhange, dass man in Hohenheim alle störenden äusseren Einflüsse vermeiden konnte und auch Pferde mit sehr ruhigem Temperament und mit durchaus normal und regelmässig verlaufenden Lebensfunktionen benutzte. Jedoch lassen sich auch in den Pariser Versuchen die durch das Futter veranlassten Veränderungen des Lebendgewichtes der Thiere meistens deutlich erkennen. Die verzehrte Futtermischung war in diesen Versuchen stets völlig gleich und eine verhältnissmässig intensive, insofern sie zu 72 pCt. aus Kraftfutter und nur zu 28 pCt. des Gesammtgewichtes der lufttrocknen Masse aus Rauhfutter (Wiesenheu- und Strockhäcksel) bestand. Die Tagesration war, wie erwähnt, in den 6 letzten Versuchen (*b*) um $\frac{1}{10}$ schwächer als in den 15 zuerst ausgeführten Einzelversuchen (*a*) und enthielt:

	a.	*b.*
Wiesenheu	1,044 *kg*	0,940 *kg*
Haferstroh	0,564 „	0,580 „
Hafer	1,968 „	1,772 „
Bohnen	0,420 „	0,380 „
Mais	1,452 „	1,308 „
Maisölkuchen	0,288 „	0,260 „
Sa.	5,736 *kg*	5,168 *kg*

Das Lebendgewicht der Thiere gestaltete sich bei der stärkeren Futterration (*a*) im Mittel der Wägungen von 3 zu 3 Tagen folgendermassen:

	Pferd Nr. I.			Pferd Nr. II.		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Vorher[1])	—	Marsch	Arbeit[2])	—	Arbeit	Arbeit +
Dauer der Periode	5.—29. Nov.	5. April bis 11. März	6.—28. Febr.	5.—30. Nov.	6.—27. Febr.	12. April bis 2. Mai
Jahr	1880	1881	1882	1880	1881	1881
Tag des Versuches	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*
1.—3. Tag[3])	430,2	436,3	383,0	412,1	409,2	408,6
4.—6. „	428,7	437,8	388,2	413,3	409,8	408,2
7.—9. „	431,2	438,0	389,3	411,2	408,1	404,2
10.—12. „	431,3	438,6	388,8	410,7	411,0	407,0
13.—15. „	434,0	439,0	387,3	412,7	411,2	406,3
16.—18. „	433,3	438,0	387,2	409,0	412,2	410,1
19.—21. „	436,0	439,3	392,2	411,2	410,1	412,0
22.—24. „	436,8	438,6	394,6	412,5	—	—

1) Verhalten des Pferdes in der vorhergehenden Versuchsperiode; Marsch bedeutet, dass das Thier hinter dem am Göpel arbeitenden Pferd lose angebunden war, also nur denselben Weg zurückzulegen, nicht aber eine Last zu ziehen hatte. Arbeit + bedeutet, dass dieselbe am Göpel im Trab verrichtet wurde, während es sonst im Schritt geschah.

2) In diesem Falle hatte das Pferd vor dem Beginn der neuen Periode 2 Monate lang im Dienst an der Droschke eine sehr angestrengte Arbeit geleistet und dabei auch an einigen Kolikanfällen gelitten, wodurch es im Ernährungszustande sehr heruntergekommen war und an Lebendgewicht von 424 bis auf 379,5 *kg* abgenommen hatte.

3) Die ersten 5—6 Tage einer jeden Versuchsperiode dienten zur Angewöhnung des Pferdes an die neuen Futter- und sonstigen Verhältnisse und sind überall unberücksichtigt geblieben, wenn nicht zwei Ruheperioden unmittelbar aufeinander folgen.

	Pferd No. II.		Pferd No. III.			
	4.	5.	1	2.	3.	4.
Vorher	Arbeit[1]	Ruhe	Ruhe	Arbeit	—	Ruhe
Dauer der Periode . . .	20. April bis 20. Mai	21. Mai bis 20. Juni	6.—31. Dezbr.	13. Mai bis 7. Juni	6.—31. Dezbr.	1.—31. Januar
Jahr	1882	1882	1880	1881	1881	1882
Tag des Versuches	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*
1.— 3. Tag. . . .	391,4	403,0	431,3	434,9	439,9	444,7
4.— 6. „	391,5	403,4	426,8	430,2	438,2	447,7
7.— 9. „	389,1	403,8	428,0	434,3	439,9	448,6
10.—12. „	393,0	403,6	427,3	434,3	438,7	448,2
13.—15. „	393,9	405,2	429,2	435,7	443,1	448,0
16.—18. „	394,7	406,1	432,2	434,7	443,7	448,1
19.—21. „	395,1	405,7	432,8	439,8	441,6	449,5
22.—24 „	397,7	404,8	434,3	440,3	441,1	450,2
25.—27. „	395,8	407,8	433,3	439,9	442,3	453,2
28.—30. „	396,8	408,2	—	—	—	454,3
31.—32. „	400,8	407,7	—	—	—	—

Ferner ergab sich in den Versuchen, in welchen die Futterration bei sonst gleicher Mischung um $\frac{1}{10}$ vermindert war:

	Pferd No. II.		Pferd No. III.			
	6.	7.	5.	6.	7.	8.
Vorher	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Arbeit[2]	Ruhe
Dauer der Periode . .	24. Juni bis 18. Juli	19. Juli bis 12. Aug.	6.—28. Febr.	1.—31. März	24. Juni bis 18. Juli	19. Juli bis 12. Aug.
Jahr	1882	1882	1882	1882	1882	1882
Tag des Versuches	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*
1.— 3. Tag. . .	407,6	413,5	451,8	454,5	427,0	427,5
4.— 6. „ . . .	407,4	413,2	451,0	456,3	424,1	426,5
7.— 9. „ . . .	408,3	412,6	452,1	456,4	426,4	429,7
10.—12. „ . . .	410,7	413,1	449,5	457,2	425,1	426,1
13.—15. „ . . .	409,7	411,8	452,9	459,4	422,9	429,8
16.—18. „ . . .	409,7	412,3	456,0	458,8	427,9	428,8
19.—21. „ . . .	411,9	410,8	455,6	460,4	426,8	430,4
22.—24. „ . . .	410,9	409,5	456,2	459,6	426,1	429,8
25.—27. „ . . .	413,1	412,4	—	457,7	—	429,4
28.—30. „ . . .	—	—	—	458,9	—	—

Als Durchschnittsgewicht des Pferdes für die ganze Einzelperiode findet man:

Pferd No. I.			Pferd No. II.		
1.	2.	3.	1.	2.	3.
433,0	438,2	388,5	411,5	410,2	408,4

Pferd No. II.		Pferd No. III.			
4.	5.	1.	2.	3.	4.
394,2	405,2	430,5	435,8	440,9	448,8

Pferd No. II.		Pferd No. III.			
6.	7.	5.	6.	7.	8.
409,7	412,2	453,0	457,8	425,6	428,5

Unter dem Einfluss der *stärkeren Futterration* ergab sich bei Pferd I in 1, 2 und 3, bei Pferd II in 3, 4 und 5, bei Pferd III in 1, 2, 3 und 4, d. h. von 12 Einzelversuchen in 10 Fällen überall eine mehr oder weniger beträchtliche Zunahme des Lebendgewichtes, einerlei ob eine längere Periode der Arbeit

1) In den vorhergehenden 2 Monaten hatte das Pferd an der Droschke einen Tag um den andern einen strengen Dienst gehabt und dabei von 402 bis auf 382,5 an Lebendgewicht abgenommmen.

2) Vorher 2 Monate lang Dienst an der Stadtdroschke und dabei Abnahme von 450,5 bis auf 421,5 *kg*.

oder der Ruhe dem betreffenden Versuch vorausgegangen war. Man hatte also gewiss Veranlassung, auch die Wirkung einer *etwas schwächeren Futterration* für die Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande zu prüfen. Hierbei wurde stets eine bedeutend längere Versuchsdauer eingehalten, als in den anderen Versuchen, oder man beobachtete vielmehr die Gestaltung des Lebendgewichtes immer in zwei unmittelbar auf einander folgenden Perioden, die zusammen fast 2 Monate umfassten. Das Pferd Nr. II nahm vom 24. Juni bis 18. Juli nach und nach um 5 *kg* zu und verblieb dann 4 Wochen lang mit geringen Schwankungen auf einem Lebendgewicht von 412 *kg*. Auch bei Pferd No. III ergab sich im Februar und März 1882 eine allmähliche Zunahme des Gewichtes (von 452 bis etwa 458), bis ein ziemlich konstanter Punkt erreicht war; bedeutend geringer dagegen war die Zunahme in den Monaten Juni-Juli und Juli-August bei demselben Thier, nachdem in den beiden vorhergehenden Monaten durch anstrengenden Dienst an der Droschke der Ernährungszustand wesentlich sich vermindert hatte. Jedenfalls aber sieht man sehr deutlich, dass auch die schwächere Futterration bei beiden Pferden immer noch vollkommen, anscheinend sogar reichlich genügte, um ein mittleres Lebendgewicht konstant zu erhalten; von einer dadurch bewirkten Verminderung des Ernährungszustandes kann in den hier vorliegenden Versuchen nirgends die Rede sein.

Die verabreichten Futtermittel wurden, so oft es nöthig erschien, einer genauen chemischen Analyse unterworfen und dabei die hier übersichtlich zusammengestellten Resultate ermittelt (vgl. S. 51).

(Siehe Tabelle S. 77, 78, 79.)

Dass individuelle Verschiedenheiten im Verdauungsvermögen der Versuchsthiere, namentlich bei No. II gegenüber von No. I und III, vorhanden waren, wurde schon früher erwähnt (s. S. 52); hier will ich nur noch die Eigenthümlichkeiten andeuten, welche bezüglich der Verdauung der stärkeren und schwächeren Ration einer sonst völlig gleichen und an sich relativ leichtverdaulichen Futtermischung sich bemerkbar machen. Die Rohfaser ist in der schwächeren prozentisch etwas besser verdaut worden, als in der stärkeren Ration; dagegen hat der Verdauungskoeffizient der „unbestimmten Stoffe“, besonders bei Pferd No. II entschieden sich vermindert, welche Differenz jedoch fast vollständig wieder ausgeglichen wird, wenn man diese Stoffe mit der Glucose und dem Amidon in üblicher Weise als „stickstofffreie Extraktstoffe“ zusammenfasst. Auffallend ist auch die in der schwächeren Ration etwas verminderte Verdaulichkeit des Fettes, während die Verdauungskoeffizienten für Rohprotein und die gesammte organische Substanz des Futters unverändert geblieben sind. Es ist wohl sehr fraglich, ob diese Erscheinungen als einigermassen konstant angesehen werden können; durch Hohenheimer Versuche, welche zu verschiedenen Zeiten, allerdings bei anderer Fütterungsweise des Pferdes ausgeführt wurden, werden dieselben nicht bestätigt[1]) und auch die Resultate der schon weiter oben (S. 53) erwähnten Pariser Versuche über den Einfluss verschieden grosser Rationen und ungleicher Arbeitsleistung auf die Verdauung des Futters lassen sich damit nicht recht in Einklang bringen.

(Fortsetzung S. 79 unten.)

1) S. „Grundlagen etc.“, S. 14 ff.

Art der Futtermittel	Wasser pCt.	Asche ohne CO_2 pCt.	Roh-protein pCt.	Fett pCt.	Cellu-lose pCt.	Glucose pCt.	Amidon pCt.	Unbest. Stoffe pCt.
Wiesenheu.								
1.—23. Nov. 1880 . . .	13,69	7,15	8,39	1,57	21,34	0,71	19,52	27,63
24. Nov. — 14. Dez. 1880	14,32	7,28	8,26	1,43	20,97	1,00	20,55	26,19
16.—31. Dez. 1880 . . .	15,12	7,08	7,76	1,27	21,00	1,09	17,82	28,86
1.—22. Jan. 1881 . . .	15,14	7,52	8,61	1,31	20,98	0,89	16,08	29,47
23. Jan. — 3. März 1881 .	14,00	7,43	8,16	1,51	19,95	1,09	18,40	29,49
6. März — 7. Mai 1881 .	15,60	7,46	7,88	1,18	20,90	0,84	18,27	27,87
8. Mai — 9. Juli 1881 . .	12,60	7,97	8,43	1,27	21,45	0,82	20,26	27,20
1. Dez. 1881 — 31. März 1882	14,80	7,39	7,36	1,38	19,51	0,40	27,89	21,27
12. April — 12. Aug. 1882	13,29	7,45	7,92	1,54	18,82	1,69	26,13	23,16
Haferstroh.								
1.—23. Nov. 1880 . . .	15,29	4,12	3,50	1,61	26,94	0,50	21,09	26,95
24. Nov. — 15. Dez. 1880	14,97	4,15	2,66	1,24	28,21	0,46	18,88	28,44
16.—31. Dez. 1880 . . .	16,44	4,18	2,48	1,23	27,51	0,46	20,35	27,35
1.—22. Jan. 1881 . . .	16,38	4,26	2,47	1,17	26,66	0,53	19,92	28,61
23. Jan. — 3. März 1881 .	16,35	4,18	3,70	1,62	25,70	0,46	19,50	28,49
6. März — 7. Mai 1881 .	16,88	3,84	2,88	1,50	25,95	0,47	19,17	29,31
8. Mai — 9. Juli 1881 . .	11,24	5,01	3,56	1,86	25,79	0,48	23,84	28,22
1. Dez. 1881 — 31. Jan. 1882	13,15	8,74	2,70	1,06	27,14	0,15	26,22	20,84
1. Febr. — 12. Aug. 1882	18,14	4,78	2,55	1,80	25,05	0,18	24,15	23,35
Haferkörner.								
1. Nov. 1880 — 9. Juli 1881	15,03	3,57	8,62	3,86	8,24	1,04	46,95	12,69
1. Dez. 1881 — 31. Jan. 1882	12,70	3,72	10,34	4,94	7,55	0,97	46,78	13,00
1. Febr. — 12. Aug. 1882	12,40	3,12	10,12	4,13	9,50	0,97	45,60	14,16
Maiskörner.								
1. Nov. 1880 — 9. Juli 1881	14,35	1,74	9,39	1,80	1,80	1,59	64,15	5,18
1. Dez. 1881 — 31. Jan. 1882	12,71	1,50	9,94	4,04	1,45	1,27	63,88	5,21
1. Febr. — 12. Aug. 1882	12,43	1,37	9,64	3,78	1,20	1,43	66,56	3,59
Ackerbohnen.								
1. Nov. 1880 — 9. Juli 1881	11,35	3,40	29,25	1,50	5,55	2,23	44,13	1,89
1. Dez. 1881 — 31. Jan. 1882	8,43	5,43	27,32	1,24	6,60	1,36	48,26	1,36
1. Febr. — 12. Aug. 1882	10,20	4,76	28,12	1,40	5,30	1,13	42,63	6,45
Maisölkuchen.								
1. Nov. 1880 — 9. Juli 1881	13,23	2,62	17,24	7,55	4,20	0,48	53,46	1,23
1. Dez. 1881 — 31. Jan. 1882	10,24	0,88	19,19	9,28	1,05	0,25	50,28	8,83
1. Febr. – 12. Aug. 1882	13,60	0,90	19,19	7,83	3,05	0,27	50,95	4,21

Bezüglich der hier zunächst in Betracht kommenden Einzelversuche will ich noch die Mengen der durchschnittlich pro Tag im Futter verzehrten und aus demselben verdauten organischen Stoffe mittheilen.

Verzehrt	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Fett g	Cellu-lose g	a) Glu-cose g	b) Amidon g	c) Unbest. Stoffe g	Nfr. Ex-traktst. a + b + c g
1. Stärkere Ration.								
Pferd No. I.								
November 1880 . . .	4698,50	587,10	154.64	599,29	65,28	2517,03	775,16	3357,47
März 1881.	4671,15	579,92	150,91	588,24	65,72	2493,61	792,75	3352,08
Februar 1882 . . .	4764,68	603,77	189,15	580,38	50,55	2617,03	723,80	3391,38
Mittel . .	4711,44	590,26	164,90	589,30	60,52	2542,56	763,90	3366,98
Pferd No. II.								
November 1880 . . .	4698,50	587,10	154,64	599,29	65,28	2517,03	775,16	3357,47
Februar 1881. . . .	4689,24	587,48	155,03	576,92	68,27	2496,82	804,72	3369,81
April 1881	4671,15	579,92	150,91	588,24	65,72	2493,61	792,75	3352,08
Mai u. Juni 1882 . .	4779,81	609,61	190,82	573,18	64,01	2598,66	743,53	3408,20
Mittel . .	4723,70	594,74	168,44	582,16	65,46	2540,96	771,94	3379,15
Pferd No. III.								
Dezember 1880 . . .	4676,00	579,81	150,81	600,97	67,25	2506,97	770,19	3344,41
Mai 1881	4722,36	589,51	153,88	593,08	65,57	2540,72	779,60	3385,89
Dez. 1881 u. Jan. 1882	4761,16	609,90	208.21	557,12	48,98	2634,72	702,23	3385,93
Mittel . .	4730,17	597,28	180,28	577,07	57,69	2579,28	738,56	3375,55
2. Schwächere Ration.								
Pferd No. II.								
Juli u. August 1882 .	4306,55	549,60	171,91	516,26	57,67	2341,39	669,72	3068,78
Pferd No. III.								
Februar u. März 1882	4292,92	544,33	170,11	522,74	45,55	2357,94	651,95	3055,44
Juli u. August 1882 .	4306,55	549,60	171,91	526,26	57,67	2341,39	669,72	3068,78
Mittel . .	4299,74	546,97	171,01	519,50	51,61	2349,66	660,84	3062,11

Aus den vorstehend angegebenen Futterrationen wurde verdaut in *g*, sowie durchschnittlich in Prozenten des gleichnamigen Futterbestandtheiles:

Verdaut	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Fett g	Cellulose g	a) Glu-cose g	b) Amidon g	c) Unbest. Stoffe g	Nfr. Ex-traktstoffe a + b + c g
1. Stärkere Ration.								
Pferd No. I.								
November 1880 .	3413,69	439,65	86,77	285,61	65,28	2132,66	403,71	2601,66
März 1881 . . .	3441,86	435,36	97,84	297,72	65,72	2212,16	333,06	2610,94
Februar 1882 . .	3396,81	459.09	104,94	244,79	50,55	2310,40	227,02	2587,99
Mittel . .	3417,45	444,70	96,52	276,04	60,52	2218,41	321,27	2600,20
do. in pCt.	72,54	75,34	58,53	46,84	100	86,85	42,06	77,23

Verdaut	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Fett g	Cellulose g	a) Glu-cose g	c) Amidon g	c) Unbest. Stoffe g	Nfr. Ex-traktstoffe a + b + c g
Pferd No. II.								
November 1880 .	3277,30	399,42	83,46	252,73	65,28	2089,07	387,34	2541,69
Februar 1881 . .	3307,11	408,14	91,27	237,68	68,27	2071,97	429,78	2570,02
April 1881 . .	3364,71	406,26	82,64	279,67	65,72	2197,12	333,30	2596,14
Mai 1882 . . .	3276,39	397,54	92,55	246,13	64,01	2262,92	213,24	2540,17
Juni 1882 . . .	3277,20	413,04	94,16	239,27	64,01	2266,11	200,61	2530,73
Mittel . .	3300,54	404,88	88,82	251,10	65,46	2177,44	312,85	2555,75
do. in pCt.	69,87	68,07	52,73	43,13	100	85,69	40,53	75,63
Pferd No. III.								
Dezember 1880 .	3399,74	442,93	92,32	277,92	67,25	2112,40	406,90	2586,55
Mai 1881 . . .	3390,42	430,64	93,83	256,33	65,57	2226,62	317,43	2609,62
Dezember 1881 .	3468,85	475,87	139,25	234,79	48,98	2339,23	230,73	2618,94
Januar 1882 . .	3500,15	481,85	141,11	244,32	48,98	2343,61	240,28	2632,87
Mittel . .	3439,79	457,82	116,63	253,34	57,69	2255,46	298,84	2611,99
do. in pCt.	72,72	76,65	64,69	43,90	100	87,45	40,46	77,38
2. Schwächere Ration.								
Pferd No. II.								
Juli 1882 . . .	2935,31	377,80	72,32	215,82	57,67	2033,65	178,05	2269,37
August 1882 . .	2968,99	369,46	81,27	224,32	57,67	2050,58	185,69	2293,94
Mittel . .	2952,10	373,63	76,80	220,07	57,67	2042,12	181,87	2281,66
do. in pCt.	68,55	67,98	44,67	47,89	100	87,22	27,22	74,35
Pferd No. III.								
Februar 1882 . .	3219,92	430,82	120,98	258,46	45,55	2113,16	250,95	2409,66
März 1882 . . .	3197,65	423,58	108,92	269,35	45,55	2107,40	242,85	2395,80
Juli 1882 . . .	3149,27	410,37	95,64	256,23	57,67	2087,55	241,81	2387,03
August 1882 . .	3092,52	413,82	90,36	238,16	57,67	2078,34	214,17	2350,18
Mittel . .	3164,84	419,65	103,98	255,55	51,61	2096,61	237,45	2385,67
do. in pCt.	73,61	76,72	60,80	49,19	100	89,23	36,02	77,91

(Fortsetzung von S. 76.)

Wenn man das verdaute Fett mit dem Faktor 2,4 in Rechnung bringt, so erhält man in den Einzelversuchen für den Gesammtnährstoff und für das Nährstoffverhältniss folgende Zahlen:

1. Stärkere Ration.

Pferd No. I.

Nov. 1880 . . .	3535,17 *g*	= 1 : 7,04
März 1881 . . .	3578,84 *g*	= 1 : 7,22
Febr. 1882 . . .	3543,73 *g*	= 1 : 6,72
Mittel . .	3552,58 *g*	= 1 : 6,99

Pferd No. II.

Nov. 1880 . . .	3394,14 *g*	= 1 : 7,50
Febr. 1881 . . .	3434,89 *g*	= 1 : 7,42
April „ . . .	3480,41 *g*	= 1 : 7,57
Mai 1882 . . .	3405,95 *g*	= 1 : 7,56
Juni „ . . .	3411,02 *g*	= 1 : 7,26
Mittel . .	3431,61 *g*	= 1 : 7,47

Pferd No. III.

Dec. 1880	. . .	3528,97 *g* = 1 : 6,97
Mai 1881	. . .	3611,03 *g* = 1 : 7,39
Dec. „	. . .	3663,80 *g* = 1 : 6,70
Jan. 1882	. . .	3697,70 *g* = 1 : 6,67
Mittel	. .	3625,38 *g* = 1 : 6,67

2. Schwächere Ration.

Pferd No. II.

Juli 1882	. . .	3036,56 *g* = 1 : 7,04
Aug. „	. . .	3082,77 *g* = 1 : 7,34
Mittel	. .	3059,67 *g* = 1 : 7,19

Pferd No. III.

Febr. 1882	. . .	3389,29 *g* = 1 : 6,87
März „	. . .	3350,14 *g* = 1 : 6,91
Juli „	. . .	3283,17 *g* = 1 : 7,00
Aug. „	. . .	3219,02 *g* = 1 : 6,78
Mittel	. .	3310,41 *g* = 1 : 6,89

In allen Ruheperioden blieben die Pferde niemals fortwährend im Stall, vielmehr wurde jedes Thier täglich eine Stunde lang im möglichst gleichmässigen Schritt umhergeführt, wobei es einen Weg von etwa 4 Kilometern zurücklegte. Der hierzu nöthige Kraftaufwand des Pferdes berechnet sich nach der Formel $\frac{1}{2} m v^2 \times 3600$ (s. S. 62), mit geringen Schwankungen, die durch das etwas ungleiche Lebendgewicht der 3 Versuchsthiere bedingt sind, auf 92 200—101 600 *kgm*. Diesem entspricht nach dem Verhältniss, welches aus den Resultaten der in Hohenheim bisher ausgeführten Versuche abgeleitet wurde (100 *g* = 85 400 *kgm*), eine gewisse Menge von Nährstoff, welche also überall von der angegebenen Menge des Gesammtnährstoffes in Abzug gebracht werden muss. Man erhält dann als Durchschnitt für jedes Pferd und ausserdem auf 500 *kg* Lebendgewicht der Thiere berechnet, nachstehende Zahlen, wobei zu erwähnen ist, dass das Gewicht der einzelnen Pferde dem Durchschnitt der betreffenden Versuche entnommen worden ist, da dasselbe, wie es bei einem wirklich mittleren Ernährungszustande der Thiere sich gestalten würde, im vorliegenden Falle nicht mit Sicherheit sich feststellen lässt. Für das Pferd No. I ist das so gefundene Lebendgewicht wahrscheinlich etwas zu niedrig und daher die auf 500 *kg* berechnete Nährstoffmenge etwas zu hoch, weil das Thier in Versuch 3 infolge einer vorausgegangenen, sehr anstrengenden Arbeit im Ernährungszustand beträchtlich heruntergekommen war und durchschnittlich nur 388,5 *kg* wog, gegenüber von 433,0 und 438,2 *kg* in Versuch 1 und 2.

1. Stärkere Ration.

	Lebendgewicht	Gesammtnährstoff			Lebendgewicht	Nährstoff
Pferd No. I . . .	416,6 *kg*	3552,58–110	= 3442,58 *g*;	also auf	500 *kg*	= 4132 *g*
„ „ II . . .	405,9 *kg*	3431,61–108	= 3323,61 *g*;	„ „	500 *kg*	= 4079 *g*
„ „ III . . .	439,0 *kg*	3625,38–119	= 3506,38 *g*;	„ „	500 *kg*	= 3994 *g*
Mittel . .	420,5 *kg*	3536,52–112,3	= 3424,22 *g*;	also auf	500 *kg*	= 4068 *g*

2. Schwächere Ration.

	Lebendgewicht	Gesammtnährstoff			Lebendgewicht	Nährstoff
Pferd No. I . . .	411,0 *kg*	3059,67–108	= 2951,67 *g*;	also auf	500 *kg*	= 3636 *g*
„ „ II . . .	441,2 *kg*	3310,41–119	= 3191,41 *g*;	also auf	500 *kg*	= 3617 *g*
Mittel . .	426,1 *kg*	3185,04–113,5	= 3071,54 *g*;	also auf	500 *kg*	= 3626 *g*

Es ergiebt sich also mit aller Klarheit, dass in diesen Versuchen zur Erhaltung des Pferdes in einem unveränderten Ernährungszustande oder auf konstantem Lebendgewicht, bei völliger Ruhe im Stall, an Gesammtnährstoff im täglichen Futter entschieden weniger erforderlich war, als in den zahlreichen,

in Hohenheim bisher ausgeführten und in ihren Resultaten veröffentlichten Pferdefütterungsversuchen beobachtet wurde. In den letzteren Versuchen betrug das betreffende Nährstoffquantum, auf 500 *kg* Lebendgewicht des Pferdes berechnet, durchschnittlich 4200 *g* (s. S. 32), dagegen in den hier erwähnten Pariser Versuchen bei der schwächeren, aber offenbar völlig genügenden Tagesration nur 3626 *g*, also um fast 600 *g* oder $\frac{1}{7}$ (ca. 14 pCt.) weniger. Diese beträchtliche Differenz kann nur bedingt sein durch die *verschiedene Fütterungsweise*, durch den Umstand, dass in Paris das eigentliche Kraftfutter in relativ grösserer Menge verabreicht wurde, als in Hohenheim, dort nämlich fast $\frac{3}{4}$, hier aber kaum $\frac{1}{2}$ vom Gewicht des Gesammtfutters ausmachte.

In der That ist nun auch durch die neuesten Hohenheimer Versuche bestätigt worden, dass die *Gesammtheit der verdauten organischen Substanz* (wobei Fett $\times$ 2,4 in Rechnung gebracht ist) im sogenannten *Kraftfutter* zunächst für die Kraftproduktion oder mechanische Arbeitsleistung des Pferdes, *einen höheren Werth hat als im Rauhfutter* und daher auch nicht, wie es bisher von mir geschehen ist, für beiderlei Futterarten in völlig gleicher Weise nach ihrem Wärme- und dynamischen Aequivalent berechnet werden darf. Bevor wir auf die Resultate der neuesten Hohenheimer Versuche näher eingehen und dieselben mit denen der Pariser Versuche vergleichen, will ich noch einiges über die bei den letzteren beobachtete *Stickstoffausscheidung* der Pferde mittheilen.

Bei jedem Pferd wurde in den Perioden der Erhaltungsfütterung dreimal zu verschiedenen Zeiten im Winter und Frühjahr 1880/81 die Menge des Stickstoffes in Aufnahme und Ausgabe ermittelt. Es beziehen sich diese Bestimmungen nur auf die Versuchsperioden, in welchen die stärkere Ration, also ein reichliches Erhaltungsfutter verabreicht wurde und der Vollständigkeit halber sind die Zahlen auch für die Perioden mit aufgeführt, in welchen wegen eingetretener Störung das Lebendgewicht des Pferdes besonders grossen Schwankungen unterlag (I, Jan. 1881 und III, Nov. 1880); auf die Stickstoffausscheidungen scheint die betreffende Störung keinen wesentlich ändernden Einfluss ausgeübt zu haben. Es ergab sich:

	a. Stickstoff im Futter	b. Stickstoff in den Ausgaben Koth	Harn	in Sa.	Differenz zw. a u. b
	g	*g*	*g*	*g*	*g*
Pferd No. I.					
Nov. 1880 . .	93,967	23,592	59,240	82,832	−11,135
Jan. 1881 . . .	91,942	19,832	65,088	84,920	− 7,022
März „ . . .	92,830	23,050	64,676	87,726	− 5,104
Pferd No. II.					
Nov. 1880 . .	93,967	30,029	44,500	74,529	−19,438
Febr. 1881 . .	94,029	28,175	53,480	82,175	−11,854
Apr. „ . .	92,830	27,730	56,042	83,772	− 9,058
Pferd No. III.					
Nov. 1880 . .	93,967	21,213	60,630	81,483	−12,124
Dec. „ . .	92,777	21,898	61,290	83,188	− 9,589
Mai 1881 . . .	94,340	25,390	59,931	85,321	− 9,019

Dies sind grossentheils sehr beträchtliche Differenzen, nämlich Stickstoffverluste in den Ausgaben gegenüber der Aufnahme, welche nicht allein durch einen entsprechend grossen Ansatz von Eiweiss oder Fleischmasse im Körper der Thiere sich erklären lassen. Zwar ist es bemerkenswerth, dass bei allen

3 Thieren die grössten Verluste im November 1880, d. h. zu Anfang der ganzen Versuchsreihe auftreten, und es kann dies wohl im Zusammenhange stehen mit einer vorausgegangenen, vielleicht angreifenden Arbeitsleistung und dem dadurch bei eingetretener Ruhe bedingten grösseren Ansatz von Eiweiss am Körper der Thiere. Es sollte aber alsdann, wie anzunehmen wäre, der Ansatz in der ersten Zeit der Ruheperiode am grössten sein und später allmählich sich vermindern, während in Wirklichkeit eher ein umgekehrtes Verhalten sich bemerkbar machte, nämlich meistens gerade in der ersten Hälfte der Periode eine reichlichere Ausscheidung von Harnstickstoff und damit anscheinend ein geringerer Ansatz am Körper stattfand, als in der zweiten Hälfte, wie man aus der folgenden Zusammenstellung ersieht:

	Lebendgewicht		a) Harnstickstoff pro Tag			b) Stickstoff	Differenz
	Anfang der Periode	Ende der Periode	1. Hälfte der Periode	2. Hälfte der Periode	Mittel	verdaut	zw. a u. b
	kg	*kg*	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Pferd No. I.							
Nov. 1880 . .	430	437	60,05	58,37	59,24	70,375	11,135
Jan. 1881 . .	—	—	66,64	63,54	65,09	72,110	7,020
März „ . .	436	439	65,36	63,99	64,68	69,780	5,104
Pferd No. II							
Nov. 1880 . .	412	412	47,70	41,45	44,50	62,938	19,438
Febr. 1881 . .	409	412	55,55	53,03	54,29	65,334	11,044 [1]
April „ . .	408	412	53,57	56,39	54,98	65,100	10,120 [1]
Pferd No. III.							
Nov. 1880 . .	—	—	65,10	56,16	60,63	72,754	12,124
Dec. „ . .	427	433	61,47	61,11	61,29	70,879	9,589
Mai 1881 . .	434	440	57,88	61,98	59,93	68,950	9,019

Es ist also meistens in der ersten Hälfte der jedesmal 26tägigen Periode die Menge des Harnstickstoffes eine grössere als in der zweiten Hälfte, jedoch nicht regelmässig, da bei Pferd II im April und bei Pferd III im Mai 1881 ein umgekehrtes Verhalten beobachtet wurde und bei Pferd III im Dezember 1880 in beiden Hälften der Periode die Stickstoffausscheidung im Harn gleich gross war. Ausserdem ist es nicht denkbar, dass 4 Wochen hindurch täglich eine der ganzen Differenz entsprechende Masse von Fleisch und Blut im Körper des Thieres sollte gebildet und angesetzt worden sein (im Maximum bei Pferd No. II täglich $19{,}438 \times 6{,}25 = 121{,}5$ *g* Eiweiss, entsprechend etwa 600 *g* Fleischsubstanz), während das Lebendgewicht während der ganzen Dauer der Periode höchstens um wenige Kilo zunahm.

Die Berichterstatter über die Pariser Versuche legen auf die aus der Rechnung sich ergebende, oft grosse Differenz in der Menge des verdauten und des mit dem Harn ausgeschiedenen Stickstoffes bezüglich ihres Urtheils über die Nährwirkung des verabreichten Futters nur wenig Gewicht, und in der That kommen in Betreff dieser Differenz allerlei, zum Theil bei solchen Versuchen unvermeidliche, zum Theil aber auch durch die angewandten Methoden der Versuche und Untersuchungen bedingten Stickstoffverluste in Betracht. Der Harntrichter, mit dessen Hülfe man in Hohenheim den von einem Tag zum andern produzirten Harn absolut vollständig auffing und in einem Glaskolben ansammelte, war bei den Versuchen in Paris nicht anwendbar, weil die dort

1) Die kleinen Unterschiede gegenüber den Angaben in der vorhergehenden Tabelle sind dadurch verursacht, dass hier die vier letzten Tage der Periode ausser Rechnung blieben.

benutzten Pferde zu unruhig waren und an das Anschnallen und Tragen dieses Apparates sich nicht gewöhnen konnten; die Thiere liessen vielmehr den Harn unmittelbar auf den asphaltirten Boden des Stalles niederfallen, und dabei waren jedenfalls Verluste an Stickstoff durch Umherspritzen des Harnes und theilweise Fäulniss desselben trotz aller Vorsicht nicht ganz zu vermeiden. In Paris hat man ferner den Stickstoff im täglich produzirten Harn, wie auch früher in Hohenheim geschah, durch Eindampfen eines aliquoten Theiles vom Harn und Verbrennen des Rückstandes mit Natronkalk bestimmt; es ist ganz gewöhnlich, dass man bei Anwendung dieser Methode etwas zu wenig Stickstoff erhält und überhaupt schwierig, zu so genauen Resultaten zu gelangen, wie sie jetzt mittelst der in Deutschland auf den Versuchsstationen fast überall gebräuchlichen und seit 3 Jahren auch in Hohenheim eingeführten KJELDAHL'schen Methode ermöglicht sind und zwar ganz besonders bei Stickstoffbestimmungen im Harn, weil man dabei die Proben nicht mehr einzudampfen und den Rückstand mit Natronkalk zu mischen braucht.

Ferner haben GRANDEAU und LECLERC auch beim Trocknen des frischen Kothes die Entwickelung von Ammoniak beobachtet, jedoch zu spät, als dass sie darauf bei ihren Untersuchungen hätten Rücksicht nehmen können; sie glauben aber, dass durch Nichtbeachtung dieses Verhaltens die gefundenen Stickstoffverluste zum Theil sich erklären. Bei dem Pferd No. I erhielt man durch Austrocknen von 1000 *g* des frischen Kothes einen Verlust von 0,132 bis 0,299 *g*, bei No. II von 0,213—0,391 und bei No. III von 0,135—0,229 *g* Stickstoff, bei dem Pferd No. II immer mehr als bei I und III. Das Resultat war das gleiche, einerlei ob bei 110 oder 120 oder 140° C. getrocknet wurde; der Verlust an Ammoniak schien aber bei grösserem Wassergehalt des Kothes etwas grösser und auch nach der Zeit der Beobachtung etc. verschieden zu sein. Es ergab sich z. B,, auf die Gesammtmenge des pro Tag produzirten Kothes berechnet, an Stickstoff in Form von Ammoniak:

Februar 1881	bei No. I = 0,987 *g*;	bei No. II = 1,433 *g*;	bei No. III = 1,174 *g*
Juli 1881 . .	„ No. I = 2,739 *g*;	„ No. II = — *g*;	„ No. III = 2,257 *g*

Bei No. II fand man im Juli die enorm grosse Menge von 11,993 *g*, aber es war in diesem Falle Harn dem Kothe beigemischt und dadurch die so reichliche Ammoniakentwickelung verursacht. Die Verfasser vermuthen, dass der Koth des Pferdes immer Harnstoff enthalte und dass dieser zur Bildung von Ammoniak Anlass gebe. Die betreffende Menge des Ammoniaks war aber meistens eine relativ geringe, nur 1—2 *g* Stickstoff pro Tag entsprechend, und es erscheint mir fraglich, ob nicht hierzu stets kleine Beimischungen von Harn, die durch Umherspritzen desselben kaum völlig zu vermeiden waren, beigetragen haben. Es waren in Paris, wie schon erwähnt, die Vorkehrungen zum getrennten Auffangen von Harn und Koth nicht so zuverlässig, wie in Hohenheim; in Versuchen, welche hier schon im Jahr 1877 angestellt wurden, konnte man bei dem Austrocknen des Pferdekothes keinerlei Bildung und Entwickelung von Ammoniak oder doch höchstens nur in verschwindend kleiner Menge nachweisen[1]). Dagegen ergab sich in Versuchen, welche man in Hohenheim vor der Anwendung des Harntrichters ausführte und bei denen der Harn, ebenso wie in Paris, direkt auf den asphaltirten Boden des Stalles niederfiel, durch

1) S. den V. Bericht über die Hohenheimer Pferdefütterungsversuche in „Landw. Jahrb." Bd. VIII, Suppl., S. 100. 1879.

Verspritzen beim Aufschlagen des Harnes auf den Stallboden ein Verlust, im Durchschnitt mehrerer Bestimmungen, von 3,7 pCt. der gesammten täglich ausgeschiedenen Stickstoffmenge [1]).

Wichtig jedenfalls für die Beurtheilung des Verhältnisses zwischen Aufnahme und Ausgabe sind diejenigen Mengen von Stickstoff, welche für den *Nachwuchs der Haare*, sowie für die *Neubildungen der Epidermis und der Hufe* in Anspruch genommen werden. Ein Versuchspferd in Hohenheim gab ausser durchschnittlich 20 *g* Haaren täglich noch beträchtliche Mengen von Hautschuppen ab [2]), jedoch war es nicht möglich, über die Quantität und den Stickstoffgehalt der letzteren genauere Erhebungen zu machen. In Paris beobachtete man, dass der Ausfall der Haare bei den Pferden hauptsächlich im März bis April und im Oktober erfolgte; bei Pferd Nr. I ergab sich im März und April 1882 ein Haarverlust von 2220 *g* mit 190,03 *g* Stickstoff, bei Nr. II von 2190 mit 170,16 und bei Nr. III von 2320 *g* mit 166,81 *g* Stickstoff, ferner durchschnittlich eine Neubildung von 2,5—3 *kg* Hufsubstanz im Jahr, bei einem Gehalt von 17 pCt. also wenigstens 425 *g* Stickstoff. Die Abschuppung der Pferde wurde nicht ermittelt; es war aber anzunehmen, dass die Produktion von Haar und Hornsubstanz im Minimum an Stickstoff absorbirte:

bei Nr. I 805,06 *g* pro Jahr, also 2,2 *g* Stickstoff pro Tag
„ „ II 765,32 „ „ „ „ 2,1 „ „ „ „
„ „ III 758,62 „ „ „ „ 2,1 „ „ „ „

Auch in dem Schweiss der Pferde ist Stickstoff enthalten, wohl hauptsächlich in der Form von Harnstoff, wovon nach FUNKE 0,155 pCt. vorhanden sein sollen; jedoch wird der hierdurch bedingte Stickstoffverlust im vorliegenden Falle nicht wesentlich in Betracht kommen, da in den Ruheperioden bei dem Pferd von einer Schweissbildung nicht die Rede sein konnte und dieselbe auch bei mässiger oder mittlerer Arbeit im ruhigen Schritt am Göpel nur ein geringer war. Jedenfalls aber sind die durch alle die erwähnten Umstände verursachten unvermeidlichen Stickstoffverluste nicht unbedeutend und wohl für ein mittelstarkes Pferd im Ganzen auf 5—6 *g* pro Tag zu veranschlagen, wozu in den Pariser Versuchen noch die Verluste beim Auffangen und Ansammeln des Harnes hinzugekommen.

Vom 28. Dezember 1886 bis zum 23. März 1887 wurden in Hohenheim die bereits (s. S. 57—71) beschriebenen Versuche (Periode I—III) darüber ausgeführt, ob ein und dasselbe Futter (7 *kg* Wiesenheu und 5,5 *kg* Hafer) in seinen Verdaulichkeitsverhältnissen eine Veränderung erleidet und ob die Leistungsfähigkeit des Pferdes, in Kilogrammmetern berechnet, verschieden ausfällt, wenn die zur Arbeitsleistung am Göpel nöthige Zugkraft von 40 auf 60 und zuletzt auf 80 gesteigert wird. Im unmittelbaren Anschluss an diese Versuche wurden nun weitere Versuche ausgeführt, um damit zur Beantwortung der wichtigen Frage zu gelangen,

ob eine bestimmte Menge der aus dem Futter verdauten organischen Substanz (nach bisher üblicher Methode auf das Nährstoffäqui-

1) Landw. Jahrb. Bd. VIII, S. 707.
2) Ebendas. Bd. IX, S. 657. 1880.

valent berechnet) für die Leistungsfähigkeit des Pferdes die gleiche oder eine verschiedene Bedeutung hat, je nachdem diese organische Substanz dem verabreichten *Rauhfutter* oder dem *Kraftfutter* entstammt.

Wir bezeichnen die hier zunächst in Betracht kommenden Versuche in der ganzen Reihe als

Versuchsperiode IV und V.

In der Versuchsperiode III zeigte sich bei einem täglichen Futter von 7 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer nnd bei einer Arbeitsleistung von 600 Göpelumgängen mit 80 *kg* Zugkraft das Lebendgewicht des Pferdes fast absolut konstant; dasselbe betrug vom 6.—23. März durchschnittlich 478,4 *kg*, wenig mehr als einem durchaus mittleren Ernährungszustande des Thieres entsprach (475 *kg*) und die Schwankungen um diese Zahl waren äusserst gering. Mit diesem konstanten Verhalten des Lebendgewichtes befand sich auch die sehr gleichmässige Ausscheidung von Harnstickstoff im besten Einklange. Es sollte nun die Leistungsfähigkeit des Pferdes bei unverändertem Ernährungszustande desselben ermittelt werden, wenn man zuerst 2 (Periode IV) und sodann 4 (Periode V) *kg* Heu von dem bisher verabreichten Futter einfach abzog, also die Heuration verminderte, während die Haferration dieselbe blieb, wie in den Versuchsperioden I bis III. Zugleich wurde die Zugkraft am Göpel auf 60 *kg* normirt, mit welcher Zugkraft das Pferd bei dem bisherigen Futter, wie wir in Versuchsperiode II ermittelt hatten, eine Tagesarbeit von 750 Göpelumgängen leisten konnte.

Am 23. März, im Beginn der Versuchsperiode IV wurde die Heuration zunächst um nur 1 *kg* vermindert und die Tagesarbeit auf 600 Göpelumgänge festgestellt; das Lebendgewicht des Pferdes, welches am 23. März und an den vorhergehenden Tagen 478,5 *kg* gewesen war, ergab sich nun am 24. zu 478, am 25. ebenfalls zu 478 und am 26. März = 477,5 *kg*. Am 26. März begann die Fütterungsweise, wie sie für die Versuchsperiode IV bestimmt war, mit 5 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer pro Tag und die Tagesarbeit bestand von diesem Tage an vorläufig in 500 Göpelumgängen mit 60 *kg* Zugkraft. Das Lebendgewicht des Thieres war hierbei:

	kg		*kg*		*kg*
27. März . . .	476,5	31. März . . .	475,5	4. April . . .	476,0
28. „ . . .	475,0	1. April . . .	475,5	5. „ . . .	476,5
29. „ . . .	475,5	2. „ . . .	476,5	6. „ . . .	476,5
30. „ . . .	475,0	3. „ . . .	476,0	7. „ . . .	477,0

24.—26. März	475,6	2.—4. April . . .	476,2
30. März bis 1. April .	475,3	5.—7. „ . . .	476,7

In Folge der verminderten Aufnahme von Heu und von Tränkwasser musste naturgemäss das Lebendgewicht des Pferdes rasch etwas abnehmen, und es stellte sich demgemäss ziemlich genau auf 475 *kg* (vorher war es = 478,5 *kg*), von welchem Punkte an es wiederum deutlich, wenn auch nur sehr langsam zunahm. Es war daher gerechtfertigt, die Tagesarbeit ein wenig zu erhöhen, so dass das Thier vom 7. April an täglich 550 anstatt bisher nur 500 Göpelumgänge machte. Das Lebendgewicht war nun:

	kg		kg		kg
8. April	477,0	13. April	477,0	19. April	476,0
9. „	477,0	14. „	476,0	20. „	476,5
10. „	477,5	15. „	476,0	21. „	475,5
11. „	477,0	16. „	475,5	22. „	476,0
12. „	476,5	17. „	476,0	23. „	475,0
		18. „	476,0		

8.—10. April	477,2	17.—19. April	476,0
11.—13. „	476,8	20.—21. „	476,0
14.—16. „	475,8	22.—23. „	475,5

Das Pferd war also bei langsamer Abnahme am 23. April auf seinem Normalgewicht von 475 *kg* angelangt und es konnte nunmehr bei völlig unverändertem Ernährungszustande Gleichgewicht zwischen Futter und Arbeit angenommen werden. Vielleicht hätte das Pferd noch ein wenig mehr Arbeit leisten können, da die beobachtete Gewichtsabnahme, wie wir sehen werden, noch nicht ganz der verminderten Aufnahme von Futter und Tränkwasser und der damit im Zusammenhange stehenden verminderten Ausscheidung von Koth und Harn entsprach.

Wir schliessen hier gleich die Ergebnisse der *Versuchsperiode V* an. Am 23. April wurde ein weiteres Kilo Heu und am 25. April wiederum 1 *kg* Heu von der Ration in Abzug gebracht, so dass das Pferd vom letzteren-Tage an nur noch 3 *kg* Heu ausser dem unverändert gebliebenen Quantum von 5,5 *kg* Hafer täglich verzehrte, während man die Arbeitsleistung bis auf 350 Göpelumgänge mit 60 *kg* Zugkraft verminderte. Das Lebendgewicht des Thieres betrug am 24. April 474, am 25. April 472 *kg* und sodann weiter:

	kg		kg		kg
26. April	473,0	2. Mai	472,5	9. Mai	471,0
27. „	472,5	3. „	473,0	10. „	471,0
28. „	471,5	4. „	473,0	11. „	470,5
29. „	472,0	5. „	472,5	12. „	471,0
30. „	472,0	6. „	472,0	13. „	470,5
1. Mai	472,5	7. „	471,5	14. „	470,5
		8. „	471,0		

26.—28. April	472,3	5.— 7. Mai	472,0
29. April bis 1. Mai	472,2	8.—10. „	471,0
2.—4. Mai	472,8	11.—14. „	470,6

Ob die kleine Gewichtsabnahme des Pferdes in der zweiten Hälfte der Versuchsperiode mit einer verhältnissmässig etwas zu hohen Arbeitsleistung im Zusammenhange steht, scheint mir fraglich; vielmehr glaube ich, dass das Gewicht erst nach und nach mit Futter und Arbeit sich ausgeglichen hat, und zwar bei etwa 471 *kg*, wie aus den weiteren hier zusammengestellten Zahlen sich ergeben möchte.

Für Temperatur und Wasseraufnahme in der Tränke mögen des Vergleiches wegen auch die auf das letzte Drittel der Versuchsperiode III sich beziehenden Ergebnisse hier nochmals Erwähnung finden (vgl. S. 67). Man fand durchschnittlich pro Tag:

Periode	Zeitraum	Futterration Heu kg	Hafer kg	Göpel-umgänge	Temperatur °C.	Tränkwasser Morgen kg	Mittag kg	Abend kg	In Sa. kg
III.	18.—23. März	7	5,5	600[1]	+ 0,09	2,17	8,78	14,67	25,62
IV.	27. März bis 7. April	5	5,5	500	+ 6,20	4,01	7,51	12,52	24,04
	8.—23. April	5	5,5	550	+ 6,69	4,93	6,68	10,23	21,84
V.	26. April bis 4. Mai	3	5,5	350	+ 13,69	5,12	4,16	6,74	16,02
	5.—14. Mai	3	5,5	350	+ 10,27	5,23	3,22	8,00	16,45

1) Bei einem Pferdezug von 80 *kg* anstatt von 60 *kg* in den Perioden IV und V.

Man sieht, dass die Quantität des in der Tränke aufgenommenen Wassers weitaus in erster Linie bedingt ist durch die Menge und Beschaffenheit des täglichen Futters, nächstdem wohl auch durch die Höhe und Dauer des Tagesarbeit; die mittlere Temperatur hat darauf weniger Einfluss, wenn es sich nur um Schwankungen innerhalb mässiger Grenzen und nicht etwa um sehr niedrige oder sehr hohe Temperaturen handelt. Ganz besonders ist die Wasseraufnahme in der Tränke bedingt durch die grössere oder geringere Heuration; es scheint aber bei vorgenommener Veränderung in der Heuration erst eine allmähliche Anpassung bezüglich der Wasseraufnahme einzutreten, wie man namentlich in der Versuchsperiode IV bemerkt, während in Periode V ein weit rascherer Ausgleich stattgefunden hat.

Die Zahlen für Harn und Harnstickstoff, in üblicher Weise verglichen mit Lebendgewicht, Tränkwasser und Tagestemperatur waren:

Periode IV.

Futter pro Tag: 5 *kg* Heu + 5,5 *kg* Hafer. (550 Göpelumgänge bei 60 *kg* Zug.)

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tagestemperatur °C.	Tränkwasser *kg*	Harnmenge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
14. April . .	476,0	+ 3,3	19,75	8050	108 96 = 1,35
15. „ . .	476,0	− 0,8	16,90	7380	104,33 = 1,41
16. „ . .	475,5	− 0,1	19,40	7690	104,89 = 1,36
17. „ . .	476,0	+ 0,8	20,75	7730	107,29 = 1,39
18. „ . .	476,0	+ 4,4	20,00	7480	99,81 = 1,34
19. „ . .	476,0	+ 7,1	19,85	7650	107,95 = 1,41
20. „ . .	476,5	+ 12,5	22,70	7580	102,08 = 1,35
21. „ . .	475,5	+ 10,5	23,90	7580	114,62 = 1,51
22. „ . .	476,0	+ 13,5	20,50	7440	111,40 = 1,50
23. „ . .	475,0	+ 13,2	21,20	7790	113,65 = 1,46
Mittel . . .	475,8	+ 6,44	20,50	7637	107,05 = 1,41

Periode V.

Futter pro Tag: 3 *kg* Heu + 5,5 *kg* Hafer. (350 Göpelumgänge bei 60 *kg* Zug.)

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tagestemperatur °C.	Tränkwasser *kg*	Harnmenge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
5. Mai . .	472,5	+ 17,2	18,10	5730	96,10 = 1,68
6. „ . .	472,0	+ 14,3	18,35	5600	86,39 = 1,54
7. „ . .	471,5	+ 13,7	18,70	5000	85,74 = 1,71
8. „ . .	471,0	+ 6,4	12,00	6300	103,00 = 1,64
9. „ . .	471,0	+ 11,8	21,20	4990	78,29 = 1,57
10. „ . .	471,0	+ 12,2	19,80	5150	88,01 = 1,73
11. „ . .	470,5	+ 10,0	13,50	6280	97,70 = 1,56
12. „ . .	471,0	+ 7,4	17,50	5780	95,05 = 1,64
13. „ . .	470,5	+ 5,0	11,20	5400	95,49 = 1,77
14. „ . .	470,5	+ 4,7	14,10	5740	99,75 = 1,74
Mittel .	471,2	+ 10,27	16,45	5597,0	92,55 = 1,66

Für die 1. und 2. Hälfte einer jeden Periode, also für jedesmal 5 aufeinander folgende Tage findet man folgende Mittelzahlen:

		Periode IV.			
1. Hälfte . .	475,9	+ 1,52	19,36	7666	105,06 = 1,37
2. „ . .	475,8	+ 11,36	21,63	7608	109,94 = 1,45
		Periode V.			
1. Hälfte . .	471,6	+ 12,68	17,67	5524	89,90 = 1,63
2. „ . .	470,7	+ 7,86	15,22	5670	95,20 = 1,69

In der zweiten Hälfte eines 10 tägigen Zeitraumes von beiden Versuchsperioden sind hiernach etwa 5 *g* Stickstoff mit dem Harn mehr ausgeschieden worden, als in der ersten Hälfte, und man könnte daher vermuthen, dass in dem Ernährungszustande des Pferdes eine allmähliche Verschlechterung eingetreten sei; es ist jedoch hierauf im vorliegenden Falle kein Gewicht zu legen, weil ganz zufällig in beiden Versuchsperioden am 5. Tage der Probenahme besonders wenig Harnstickstoff ausgeschieden, die betreffende Differenz aber durch um so grössere Mengen an den vorhergehenden oder folgenden Tagen wieder ausgeglichen wurde. Wenn man jedesmal das Mittel der Ausscheidung von Harnstickstoff an den 4 ersten und den 6 letzten Tagen der Probenahme berechnet, so findet man in der Versuchsperiode IV 106,37 und 108,26 *g*, in der Periode V 92,81 und 92,38 *g*, d. h. in dem einen Falle nahezu und in dem anderen Falle völlige Uebereinstimmung.

Von Interesse ist es zu beobachten, wie regelmässig mit der Verminderung der Heuration die Menge des Tränkwassers, des täglich produzirten Harnes und des darin enthaltenen Stickstoffes ab-, dagegen die Konzentration des Harnes bezüglich seines Stickstoffgehaltes zunimmt. Es ergiebt sich nämlich im Mittel der 10—12 Tage, an welchen die Probenahmen vom Harn erfolgten, pro Tag:

	Tränkwasser	Harnmenge	Stickstoff im Harn
	kg	*g*	*g* pCt.
Periode III . . .	26,69	9660	123,24 = 1,28
„ IV . . .	20,50	7637	107,50 = 1,41
„ V . . .	16,45	5597	92,55 = 1,66

Auf je 2 *kg* Wiesenheu, welche das Pferd täglich weniger verzehrte, sind durchschnittlich 5 *kg* Tränkwasser weniger aufgenommen, fast genau 2000 *g* Harn weniger produzirt und etwa 15 *g* weniger Stickstoff im Harn ausgeschieden worden. Die in jeder Versuchsperiode sehr verschiedene Lufttemperatur, sowie die ungleiche Höhe und Dauer der Arbeitsleistung hat darauf im Ganzen und Grossen anscheinend fast gar keinen Einfluss geäussert, wenn nämlich, wie es in den vorliegenden Versuchen zutrifft, der Ernährungszustand ein durchaus mittlerer war und im Wesentlichen stets unverändert blieb.

An frischem Darmkoth wurde produzirt:

Periode IV.	April 18.	19.	20.	21.	22.	23.	Mittel
	g 12 950	13 500	13 400	13 600	14 850	13 200	13 583
Periode V.	Mai 9.	10.	11.	12.	13.	14.	
	g 10 750	10 450	11,050	10 050	10 500	10 300	10 667

In Periode III betrug die Menge des frischen Darmkothes durchschnittlich pro Tag 18 195 *g* (s. S. 67); es war also die Differenz der Kothmengen in Periode III und IV nicht unbeträchtlich grösser als in IV und V. Freilich war auch der Gehalt des frischen Darmkothes an Trockensubstanz in Periode III geringer (a = 25,66 und b = 26,20 pCt.) als in IV und V (27,82 und 28,17 pCt.), aber gleichwohl ist in Periode IV die Menge des Darmkothes anscheinend eine etwas zu geringe gewesen oder vielmehr das betreffende Futter verhältnissmässig besser verdaut worden, als in Periode V (s. u.). Ob damit die in Folge der Futterveränderung und des dadurch verminderten Darminhalts in Periode IV ein wenig geringere Abnahme im Lebendgewicht des Thieres als in Periode V im Zusammenhange steht, will ich nicht entscheiden. Ich glaube aber, dass die Ergebnisse der Versuchsperiode V bezüglich der Verdauung des Futters

noch etwas genauer ausgefallen und noch mehr zutreffend sind als die der Periode IV.

Die Futtermittel waren dieselben und von der gleichen Ernte wie in Periode I—III; Wiesenheu und Hafer enthielten nach wiederholter Bestimmung in Periode IV bezw. 86,05 und 86,64 pCt. Trockensubstanz und darin 11,26 und 13,56 pCt. Rohprotein, in Periode V 85,77 und 86,98 pCt. Trockensubstanz und darin (Wiesenheu) 11,38 pCt. Rohprotein. Für den Darmkoth ergab die Analyse:

	Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz				
		Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Rohasche CO_2 frei
IV. Periode	27,82	10,70	5,87	30,76	41,59	11,10
V. „	28,17	10,08	5,53	30,24	42,63	11,52

Hiernach berechnen sich die Verdauungsverhältnisse wie folgt:

Periode IV.

	Trocken-substanz g	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Roh-fett g	Roh-faser g	Stickstofffr. Extraktst. g
Futter: Heu . . .	4302,50	3926,03	484,46	148,44	1290,32	2002,81
Hafer . . .	4765,20	4595,08	637,11	261,13	557,53	3139,31
In Summa .	9067,70	8521,11	1121,57	409,57	1847,85	5142,12
Darmkoth	3778,79	3359,34	404,33	221,82	1162,36	1570,84
Verdaut	5258,91	5161,77	717,24	187,75	685,49	3571,28
do. in Prozenten	58,00	60,57	63,95	45,84	37,09	69,45

Periode V.

	Trocken-substanz g	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Roh-fett g	Roh-faser g	Stickstofffr. Extraktst. g
Futter: Heu . . .	2573,10	2347,95	289,73	88,78	771,67	1197,77
Hafer . . .	4783,90	4613,12	639,61	262,16	559,72	3151,63
In Summa .	7357,00	6961,07	929,34	350,94	1331,39	4349,40
Darmkoth	3004,78	2658,63	302,88	166,16	908,65	1280,04
Verdaut	4352,22	4302,44	626,46	184,78	422,74	3068,46
do. in Prozenten	59,16	61,81	67,41	52,62	31,75	70,55

An Stickstoff wurden verdaut in Periode IV 114,75 *g* und in V 100,23 *g*, während die Menge des mit dem Harn ausgeschiedenen Stickstoffes bezw. 107,50 und 92,55 *g* betrug; die Differenz war also 7,25 und 7,68 *g*, in beiden Fällen fast ganz gleich und mit der in Versuchsperiode III beobachteten = 129,90 − 123,23 = 6,67 *g* nahe übereinstimmend.

Bevor wir aus den obigen Zahlen weitere Schlussfolgerungen ziehen, wollen wir erst noch die Ergebnisse der nächsten Versuchsperiode betrachten.

Versuchsperiode VI.

Nachdem die Verminderung der Futterration um ein bestimmtes Heuquantum in dem Verhalten zur Kraftproduktion oder Leistungsfähigkeit des Pferdes geprüft worden war, musste es von besonderem Interesse sein, zu ermitteln, wie im Anschluss daran und dem gegenüber eine gewisse Erhöhung der Haferration sich verhalten würde, um auf solche Weise zugleich bezüglich des Hafers die Ergebnisse früherer Versuche zu kontrolliren.

Mit einem täglichen Futter von 3 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer vermochte unser Versuchspferd bei mittlerem und konstant bleibendem Ernährungszustande eine Tagesarbeit von 350 Göpelumgängen mit 60 *kg* Zugkraft, entsprechend etwa 818 000 *kgm* zu leisten; das Lebendgewicht war hierbei 471 *kg* und konnte als völlig normal gelten, gegenüber einem Lebendgewicht desselben Thieres

von ca. 478 *kg* bei dem in Periode I—III verabreichten, im Gewicht und namentlich auch im Volumen bedeutend stärkeren Futter von 7 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer. Am 14. Mai wurde die Haferration von 5,5 auf 6, am 15 Mai auf 6,5 *kg* und am 16. Mai auf 7 *kg* und zugleich die Tagesarbeit von 350 auf 450, auf 550 und 650 Göpelumgänge gesteigert. Das Futter bestand also vom 16. Mai an in 3 *kg* Wiesenheu und 7 *kg* Hafer, die Arbeit war = 650 Göpelumgänge mit 60 *kg* Pferdezug. Hierbei beobachtete man als Lebendgewicht des Thieres:

	kg		*kg*
16. Mai	471,0	19. Mai	472,5
17. „	471,5	20. „	473,5
18. „	472,5	21. „	473,5

Es schien die Arbeit noch etwas mehr erhöht werden zu können; dieselbe betrug von dem 21. Mai an bis zum Schluss der Versuchsperiode 700 Göpelumgänge pro Tag:

	kg		*kg*		*kg*
22. Mai. . .	474,0	29. Mai. . .	474,0	5. Juni . .	472,0
23. „ . . .	473,0	30. „ . . .	473,5	6. „ . .	472,0
24. „ . . .	473,5	31. „ . . .	473,0	7. „ . .	472,5
25. „ . . .	473,0	1. Juni . .	473,0	8. „ . .	472,0
26. „ . . .	474,0	2. „ . .	472,5	9. „ . .	472,5
27. „ . . .	474,0	3. „ . .	473,0	10. „ . .	472,0
28. „ . . .	474,5	4. „ . .	472 5		

22.—24. Mai . . .	473,5	3.— 4. Juni . . .	472,8
25.—27. „ . . .	473,7	5.— 6. „ . . .	472,0
28.—30. „ . . .	474,0	7.— 8. „ . . .	472,3
31. Mai bis 2. Juni .	472,8	9.—10. „ . . .	472,3

In der ersten Zeit nach der gesteigerten Arbeitsleistung ergab sich noch eine kleine Zunahme des Lebendgewichtes, in der zweiten Hälfte der Versuchsperiode wiederum eine kleine Abnahme, im Allgemeinen aber war das Verhalten desselben von der Art, dass man daraus wohl auf einen unveränderten Ernährungszustand des Thieres und auf ein fast völliges Gleichgewicht zwischen Futter und Arbeit schliessen kann.

Ueber die Aufnahme von Tränkwasser und die mittlere Tagestemperatur geben die folgenden Zahlen Auskunft:

	Göpelumgänge	Mittlere Temperatur °C.	Tränkwasser pro Tag Morgen *kg*	Mittag *kg*	Abend *kg*	Sa. *kg*
16.—21. Mai . . .	650	10,73	3,54	6,04	7,50	17,08
22.—28. „ . . .	700	8,91	2,23	2,95	8,85	17,03
29. Mai bis 4. Juni	700	16,14	5,83	4,88	8,07	18,78
5.—10. Juni . . .	700	18,08	7,35	5,56	7,99	20,90

Bei gleicher Temperatur der Luft war die Aufnahme von Tränkwasser in Periode VI trotz der gesteigerten Haferration und der sehr vermehrten Arbeitsleistung nicht wesentlich grösser, als in Periode V (17 *kg* anstatt 16—16,5 *kg*); eine Zulage von Hafer scheint überhaupt den Durst des Pferdes innerhalb gewisser Grenzen weit weniger zu steigern, als die Beigabe von anderen konzentrirten Futtermitteln, selbst wenn hierbei, wie im vorliegenden Falle (s. u.) die Menge des täglich produzirten Kothes und Harnes deutlich zunimmt.

Periode VIa.

Futter pro Tag: 3 *kg* Heu + 7 *kg* Hafer. (700 Göpelumgänge bei 60 *kg* Zug.)

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
30. Mai . .	473,5	15,9	14,90	6950	116,70 = 1,68
31. „ . .	474,0	16,6	23,00	6690	113,50 = 1,70
1. Juni . .	473,0	18,9	16,30	6330	105,70 = 1,67
2. „ . .	472,5	19,8	27,35	6300	105,70 = 1,68
3. „ . .	473,0	13,4	12,60	6630	117,58 = 1,77
4. „ . .	472,5	12,9	16,30	6380	111,59 = 1,75
Mittel .	472,9	16,25	18,41	6547	111,80 = 1,71

Periode VIb.

Futter und Arbeit wie in VIa.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tages-temperatur ° C.	Tränk-wasser *kg*	Harn-menge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
5. Juni . .	472,0	15,5	17,00	7130	123,57 = 1,73
6. „ . .	472,5	16,5	20,90	7100	124,57 = 1,75
7. „ . .	472,5	18,6	20,35	6280	106,14 = 1,68
8. „ . .	472,0	20,0	19,60	6590	112,71 = 1,71
9. „ . .	472,5	20,9	20,20	6530	111,67 = 1,71
10. „ . .	472,0	17,0	27,80	6640	115,90 = 1,75
Mittel .	472,2	18,08	20,98	6712	115,76 = 1,72

Der Durchschnitt des täglich ausgeschiedenen Harnstickstoffes beträgt für den ganzen Zeitraum vom 30. Mai bis 10. Juni 113,78 *g* und die Differenz zwischen der ersten und zweiten Hälfte dieses Zeitraumes = 3,96 *g* verschwindet vollständig, wenn man das Mittel, anstatt aus je 6 Tagen, aus den 7 ersten Tagen = 113,47 *g* und aus den 5 letzten Tagen = 114,20 *g* berechnet; es war zufällig am 5. und 6. Juni, an zwei in der Mitte des betreffenden Zeitraumes aufeinander folgenden Tagen, die Ausscheidung eine besonders grosse, während sie vorher und nachher um so niedriger ausfiel. Man kann daraus mit genügender Sicherheit entnehmen, dass das Thier im Stickstoffgleichgewicht sich befand und im Verlaufe der ganzen Versuchsperiode seinen Ernährungszustand nicht wesentlich veränderte.

Von frischem Darmkoth wurde produzirt:

Periode VIa.	Mai 30.	31.	Juni 1.	2.	3.	4.	Mittel
	g 12 350	12 600	12 800	12 500	12 350	13 050	12 608
Periode VIb.	Juni 5.	6.	7.	8.	9.	10.	Mittel
	g 13 150	12 250	12 750	13 200	12 650	13 350	12 892

Das Wiesenheu enthielt in dieser Periode durchschnittlich 84,07 pCt. Trockensubstanz und darin 1,804 pCt. Stickstoff, also 11,27 pCt. Rohportein. Im Hafer und Darmkoth fand man:

	Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Rohasche CO_2 frei
Hafer . .	86,53	13,06	5,57	11,75	66,00	3,62
Koth VIa .	26,96	9,43	5,00	32,82	40,91	11,84
VIb .	27,50	9,06	4,89	31,33	42,76	11,96

Hiernach hatte der Hafer, dessen Vorrath mit dem Schluss dieser Periode zu Ende ging, fast genau noch dieselbe Zusammensetzung, wie zu Anfang der ganzen Versuchsreihe (s. S. 60). Vom Wiesenheu war noch ein ziemlich grosses Quantum vorhanden. Die Verdauungsverhältnisse für die Versuchsperiode VI berechnen sich folgendermassen:

Periode VIa.

	Trocken-substanz *g*	Organ. Substanz *g*	Roh-protein *g*	Roh-fett *g*	Roh-faser *g*	Stickstofffreie Extraktstoffe *g*
Futter: Heu	2522,10	2301,42	284,24	87,01	756,38	1173,79
Hafer . . .	6057,10	5837,83	791,06	336,77	711,71	3998,29
In Sa. . . .	8579,20	8239,25	1075,30	423,78	1468,09	5172,08
Darmkoth	3399,12	2996,66	320,54	169,96	1115,59	1390,58
Verdaut	5180,08	5142,50	754,76	253,82	352,50	3781,50
Periode VIb.						
Futter in Sa. . . .	8579,20	8139,25	1075,30	423,78	1468,09	5172,08
Darmkoth	3543,30	3119,26	321,02	173,27	1110,12	1515,11
Verdaut	5034,90	5018,99	754,28	250,51	357,97	3656,97

Nach der Differenz zwischen Futter und Koth ist in Prozenten des gleichnamigen Futterbestandtheiles verdaut worden:

Periode VIa . . .	60,38	63,18	70,19	59,89	24,01	73,11
„ VIb . . .	58,70	61,68	70,15	59,11	24,38	70,71
Mittel . .	59,54	62,43	70,17	59,50	24,20	71,91

Aus dem Futter wurden in VIa und b genau gleich viel Stickstoff, nämlich 120,7 *g* verdaut und die Differenz zwischen dieser Zahl und der durchschnittlich mit dem Harn pro Tag ausgeschiedenen Stickstoffmenge (113,78 *g*) war 6,92 *g*, nahezu dieselbe, wie sie auch fast in allen früheren Versuchsperioden gefunden wurde.

Versuchs-periode	Futter pro Tag Heu *kg*	Hafer *kg*	Stickstoff pro Tag Verdaut *g*	im Harn *g*	Differenz *g*
I . . .	7	5,5	133,82	123,64	10,18
III . . .	7	5,5	129,91	123,26	6,65
IV . . .	5	5,5	114,75	107,50	7,25
V . . .	3	5,5	100,23	92,55	7,68
VI . . .	3	7	120,72	113,78	6,92

Man sieht, dass zunächst in Periode III bis VI bei verschieden starker Futterration und Arbeitsleistung der Ernährungszustand des Thieres, soweit derselbe nach dem Stickstoffumsatz beurtheilt werden kann, fast ganz unverändert blieb, dass überall Gleichgewicht vorhanden war zwischen Futter und Arbeit.

Mit der grösseren Intensität des Futters von III bis VI, d. h. mit der Zunahme des Kraftfutters im Verhältniss zum Rauhfutter oder mit der Verminderung des Gesammtvolumens mussten auch die Verdaulichkeitsverhältnisse sich verändern, nämlich die Verdauungskoeffizienten der wichtigeren Bestandtheile des Gesammtfutters entsprechend grösser werden. Dies sieht man deutlich aus der folgenden Zusammenstellung:

Periode	Kraftfutter in pCt. des Gesammtfutters	Verdaut in Prozenten der Menge im Futter: Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
III . .	44,0	55,56	57,59	61,89	42,51	36,13	66,37
IV . .	52,4	58,00	60,57	63,95	45,84	37,09	69,45
V . .	64,7	59,16	61,81	67,41	52,62	31,75	70,55
VI . .	70,0	59,54	62,43	70,17	59,50	24,20	71,91

In allen Versuchsperioden wurde stets die gleiche Sorte von Wiesenheu und von Hafer verfüttert; in dem letzteren Futtermittel sind Rohprotein, Roh-

fett und stickstofffreie Extraktstoffe entschieden leichter verdaulich als in dem Wiesenheu mittlerer Qualität, während bezüglich der Rohfaser das Umgekehrte der Fall ist, und nicht selten unter dem Einfluss des Hafers eine Verdauungsdepression für die Rohfaser des Gesammtfutters sich bemerkbar macht. Es wurde z. B. in Periode VI in Folge der weiteren Beigabe von 1,5 *kg* Hafer oder Steigerung der Haferration von 5,5 auf 7 *kg* pro Tag mehr, resp. weniger verdaut, als in Periode V:

Verdaut in	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Periode VI . .	5107,99	5081,29	754,52	252,17	355,24	3719,24
„ V . .	4352,22	4302,44	626,46	184,78	422,74	3068,46
	+755,77	+778,85	+128,06	+67,39	−67,50	+650,78

Die in Folge einer Erhöhung der Haferration um 1,5 *kg* mehr verdaute organische Substanz beträgt hiernach, unter Anwendung unserer gewöhnlichen Rechnungsweise

$$128{,}06 + 650{,}78 + (67{,}39 \times 2{,}4 =)\ 161{,}74 = 940{,}58 - 67{,}50$$
$$= 873{,}08\ g \quad \text{oder} \quad 1\ kg \text{ Hafer} = 582\ g \text{ Nährstoff}$$

Es ist dies nicht ganz soviel, wie im Mittel von 8 verschiedenen Hafersorten in direkten Fütterungsversuchen mit Pferden (1 *kg* lufttrockener Hafer = 608 *g* Nährstoff), übrigens mit beträchtlichen Schwankungen sich ergab [1]).

Die Tagesarbeit des Pferdes während der Versuchsperiode VI bestand in 700 Göpelumgängen mit 60 *kg* Zugkraft; dies entspricht einer Wegstrecke von 700 × 26,39 = 18 473 *m*, welche in durchschnittlich 345,9 Minuten oder 20 754 Sekunden zurückgelegt wurden. Die Gesammtarbeit, am Göpel (= 1,212235 *kgm*) nebst dem zur Fortbewegung des eigenen Körpers erforderlichen Kraftaufwand (395 966 *kgm*) berechnet sich zu 1,608201 *kgm*. In Versuchsperiode V, bei einem um $1\frac{1}{2}$ *kg* Hafer schwächeren Futter, konnte das Pferd, ohne seinen Ernährungszustand zu verändern, nur 818 238 *kgm* Arbeit (350 Göpelumgänge bei einem Zug von 60 *kg* etc.) täglich verrichten; die Differenz zu Gunsten von 1,5 *kg* Hafer beträgt also 789 963 *kgm* oder

1 *kg* lufttrockener Hafer = 526 600 *kgm*

was fast genau dieselbe Zahl ist, welche aus früheren Versuchen für den Hafer (= 500 000 bis 530 000 *kgm*) sich ergab. Auf je 100 *g* Nährstoff im Hafer erhält man aus den angegebenen Zahlen eine um $\frac{789\,963}{873{,}08} = 90\,480$ *kgm* vermehrte Leistungsfähigkeit des Pferdes, d. h. etwas mehr als wir bisher als Durchschnitt (100 *g* Nährstoff = 85 400 *kgm*) angenommen haben. Jedoch sind dies Differenzen, welche bei Einzelversuchen dieser Art gar nicht in Betracht kommen; im Allgemeinen wird durch den vorliegenden Versuch das Resultat unserer früheren Beobachtungen bezüglich des Nährwerthes des Hafers, zunächst für die Kraftproduktion des Pferdes vollkommen bestätigt.

Wir haben jetzt auch die Nährstoffmengen des Gesammtfutters in Periode I bis III einerseits und in Periode V andererseits zu betrachten, wobei es sich um eine Differenz von 4 *kg* Wiesenheu im täglichen Futter und die dadurch bedingte Abnahme oder Zunahme der Leistungsfähigkeit des Pferdes handelt. Im Mittel der unter sich gut übereinstimmenden Resultate von Periode I bis III (s. S. 69), sowie in Periode V wurde verdaut:

1) S. „Grundlagen etc.“, S. 47 u. 154.

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Periode I—III . .	5899,54	5712,81	822,58	186,72	816,68	3889,64
„ V . . .	4352,22	4302,44	626,46	184,78	412,74	3068,46
Differenz . .	1547,32	1410,37	196,12	1,94	393,94	821,18

Hiernach berechnet sich der Gesammtnährstoff im Futter der Perioden I bis III zu 5973,62 und der Periode V zu 4561,13 *g*; die Differenz, welche 4 *kg* Heu entspricht, ist also = 1412,49 *g* oder

1 *kg* lufttrockenes Wiesenheu = 353,2 *g* Nährstoff

Bei 16 verschiedenen Sorten von Wiesenheu, welche in früheren Versuchen in Hohenheim an Pferde verfüttert wurden, ergab sich eine etwas höhere Durchschnittszahl, nämlich = 406 *g* [1]); es war aber die durchschnittliche Beschaffenheit dieser 16 Sorten von etwas mehr als mittlerer Qualität, und die betreffenden Verdauungsverhältnisse wurden bei ausschliesslicher Fütterung mit Heu (11 bis 12 *kg* pro Tag) ermittelt. Das bei unseren diesjährigen Versuchen benutzte Wiesenheu war nicht besonders leicht verdaulich (s. u.) und möglicherweise kann auch im vorliegenden Falle der gleichzeitig in verhältnissmässig grosser Menge verabreichte Hafer für das Heu eine kleine Verdauungsdepression bewirkt haben, was in der That auch in Periode VI, zunächst bezüglich der Rohfaser im Wiesenheu sich bemerkbar macht.

Die Leistungsfähigkeit des Pferdes war, wie wir gesehen haben, in den Versuchsperioden I—III, bei einem Futter von 7 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer, sehr konstant und betrug mit geringen Schwankungen durchschnittlich 1,692425 *kgm*, während diese in Periode V nach Abzug von 4 *kg* Wiesenheu bis auf 818 238 *kgm* sich verminderte. Die Differenz war also 874 187 *kgm* und es ergiebt sich hiernach für die Kraftproduktion des Pferdes

1 *kg* lufttrockenes Wiesenheu = 218 547 *kgm*

d. h. nur 41,5 pCt. derjenigen Arbeitsleistung, welche wir als Aequivalent für 1 *kg* von lufttrocknem Hafer ermittelten. Hiermit stimmt die Menge der verdauten organischen Substanz nicht überein, wenn wir diese nämlich, wie es bisher geschehen ist, im Rauh- und im Kraftfutter als *gleichwerthig* für die Arbeitsleistung betrachten. Wir haben gesehen, dass 873,08 *g* der aus dem Hafer verdauten organischen Substanz eine Mehrarbeit von 789 963 *kgm* ermöglichten, während 1412,49 *g* des in gleicher Weise berechneten Nährstoffes aus dem hier verfütterten Wiesenheu 874 187 *kgm* Muskelarbeit entsprachen. Dies macht also für je 100 *g* Nährstoff bei dem Hafer 90 480 (bezw. 85 400) und bei dem Wiesenheu nur $\frac{874\,187}{1412,5} = 61\,900$ *kgm*. Es ist hiermit bewiesen,

> dass *die verdauliche organische Substanz, in ihrer Gesammtheit nach bisher üblicher Methode als Nährstoff berechnet, im* ***Rauhfutter,*** *zunächst im Wiesenheu, einen wesentlich geringeren Werth für die Kraftproduktion oder Arbeitsleistung des Pferdes hat, als dieselbe Substanz im* ***Kraftfutter,*** *zunächst im Hafer.*

Dies muss seine Ursache haben, und ich will sogleich beifügen, dass hierbei in erster Linie die *Rohfaser* in Betracht kommt und als die Hauptursache des beobachteten, für Rauh- und Kraftfutter so verschiedenen Verhaltens anzusehen ist. Der Gehalt an Rohfaser ist in den beiderlei Futterarten sehr ungleich

1) S. „Grundlagen etc.“, S. 33ff.

und es muss ausdrücklich betont werden, dass das Ergebniss unserer früheren Versuche, 100 *g* Nährstoff = 85 400 *kgm*, nur auf *rohfaserfreien* Nährstoff sich bezieht, die etwa verdaute Rohfaser daran gar keinen Antheil hat. In den betreffenden Versuchen wurde die erhöhte Leistungsfähigkeit des Pferdes unter Beigabe einer bestimmten Menge von *Stärkemehl*, also einer rohfaserfreien Substanz ermittelt und auch in den Versuchen, welche man in derselben Richtung mit *Hafer* ausführte, ergab sich dass aus dieser weiteren Beilage von Hafer keine Rohfaser verdaut wurde, vielmehr fast immer bezüglich der Verdauung dieses Bestandtheiles im übrigen Futter [1]), ebenso wie unter dem Einfluss des Stärkmehls, eine grössere oder geringere Depression sich bemerkbar machte. Ueberhaupt ist die Rohfaser im Hafer für das Pferd schwer verdaulich, und der noch geringeren Rohfasermenge in anderen konzentrirten oder Kraft-Futtermitteln, wie im Mais und in den Ackerbohnen, kann man ebensowenig irgend eine Bedeutung für die Leistungsfähigkeit dieses Thieres beilegen. Ausserdem wird die Rohfaser oder Cellulose, wie TAPPEINER nachgewiesen hat, im Darmkanal theilweise durch Vergasung, durch Sumpfgasgährung zerstört und kann daher kaum wesentlich zur Ernährung des thierischen Organismus beitragen; ebenso hat WEISKE beobachtet, dass die anscheinend verdaute Rohfaser nicht, wie Stärkmehl und Zucker, eine Eiweissersparniss bewirkt und auch nicht als Nährstoff bei der Milchproduktion thätig ist.

Einen Beweis ferner dafür, dass die Rohfaser für die Kraftproduktion oder Arbeitsleistung des Pferdes so gut wie werthlos ist, können wir aus den Resultaten der Hohenheimer und auch der mehrfach erwähnten Pariser Fütterungsversuche entnehmen. Wenigstens zeigen die hierbei beobachteten Thatsachen und Erscheinungen deutlich genug, dass man nur dann zu hinreichend übereinstimmenden Zahlen gelangt, wenn man von der gesammten verdauten organischen Substanz des Futters die verdaute Rohfaser oder Cellulose abzieht und nur den alsdann verbleibenden Rest als eigentlichen Nährstoff und als bedeutungsvoll für die Leistungsfähigkeit des Pferdes, sowie für dessen Erhaltung auf einem bestimmten Ernährungszustande in Rechnung bringt.

Die Zahlen, welche man auf solche Weise aus den direkten Resultaten der diesjährigen Hohenheimer, sowie der zu einer hinreichend genauen Vergleichung geeigneten Pariser [2]) Versuche erhält, sind die folgenden:

Periode	Futter pro Tag Heu	Futter pro Tag Hafer	Lebendgewicht	Gesammtnährstoff	Tagesarbeit	Nährstoff für Arbeit	Nährstoff für Erhaltung
	kg	*kg*	*kg*	*g*	*kgm*	*g*	*g*
I—III . .	7	5,5	475	5974	1 692 430 =	1982	3992
IV . .	5	5,1	475	5425	1 266 030 =	1482	3943
V . .	3	5,5	475	4561	818 240 =	958	3603
VI . .	3	7	475	5434	1 608 200 =	1883	3551
Pariser Versuche.							
Pferd No. II . .	5,17 [3])		411	3060	92 230 =	108	2952
„ „ III . .	5,17		441	3310	101 630 =	119	3191

1) S. Grundlagen etc.“, S. 127 ff.

2) Bei den Pariser Versuchen handelt es sich zunächst nur um diejenigen, welche bei fast völliger Ruhe des Pferdes und zwar mit der schwächeren, jedoch völlig genügenden (s. S. 79 ff.) Tagesration ausgeführt wurden. Die im Text angegebenen Zahlen sind das Mittel der unter sich sehr nahe übereinstimmenden Resultate bei Pferd II aus 2 und bei Pferd III aus 4 Einzelversuchen.

3) Das Futter bestand zu 28 pCt. aus Heu nebst etwas Strohhäcksel und der Rest (72 pCt.) etwa zur Hälfte aus Hafer und zur Hälfte aus leicht verdaulichem Kraftfutter, hauptsächlich Mais und Ackerbohnen.

Ferner ergiebt sich:

	Für Erhaltung von 500 *kg* Lebendgew.	Nährstoff f. Erhaltung pr. Pferd		Darin verdaute Rohfaser		Rest ohne pr. Pferd	Rohfaser pr. 500 *kg* Lebendgew.
	g	*g*		*g*		*g*	*g*
I—III . . .	4202	3992	—	817	=	3175	3342
IV . . .	4150	3943	—	686	=	3275	3429
V . . .	3792	3603	—	423	=	3180	3329
VI . . .	3738	3551	—	355	=	3196	3364
		Pariser Versuche.					
Pferd No. II .	3636	2952	—	220	=	2732	3324
„ „ III .	3617	3191	—	256	=	2935	3328

Mit Einschluss der verdauten Rohfaser ist die zur Erhaltung von 500 *kg* Lebendgewicht des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande erforderliche Nährstoffmenge in den einzelnen Versuchen sehr ungleich, schwankend von 3600 bis 4200 *g*, während nach Abzug der Rohfaser nahe übereinstimmende Zahlen sich ergeben, namentlich wenn man den Versuch IV ausschliesst, indem dieser, wie schon früher erwähnt wurde, anscheinend nicht ganz zuverlässige Resultate geliefert hat. Es sind also hiernach 3300 bis 3400 *g* von *rohfaserfreiem Nährstoff* ausreichend, um 500 *kg* Lebendgewicht des Pferdes, abgesehen von jeder äusseren Arbeitsleistung, in einem mittleren Ernährungszustande unverändert zu erhalten. Aus den Versuchsergebnissen des vorhergehenden Jahres[1]) erhält man bei ähnlicher Rechnungsweise eine etwas, aber nur unbedeutend grössere Mittelzahl, nämlich:

	Versuchs-periode	Tages-arbeit		Nährstoff Arbeit	für Erhaltung		Verdaute Rohfaser		Rest ohne Rohfsr. pr. Pferd	pr. 500 *kg*
	g	*kgm*		*g*	*g*		*g*		*g*	*g*
I . . .	5568	1,400000	=	1634	3934	—	664	=	3270	3442
II . . .	5856	1,599000	=	1872	3984	—	798	=	3186	3353
III u. V .	5873	1,599000	=	1872	4001	—	759	=	3242	3413
VII . .	6356	1,932100	=	2262	4094	—	752	=	3342	3549
VIII . .	6122	1,732250	=	2028	4094	—	778	=	3316	3490
IX . .	5605	1,066000	=	1248	4358	—	1188	=	3170	3335
Mittel	5897	1,554730	=	1820	4077	—	823	=	3254	3430

In allen Versuchen, welche wir in den früheren Jahren mit Pferden ausgeführt haben, war fast immer die Menge des verabreichten Rauhfutters, zunächst des Wiesenheues, ziemlich gleich, dem Gewichte nach reichlich die Hälfte des Gesammtfutters und daher das Quantum der verdauten Rohfaser nicht sehr verschieden, meistens 800—900 *g*, höchstens schwankend von 700 bis 1100 *g*. Aus diesem Grunde war auch die im reinen Erhaltungsfutter auf 500 *kg* Lebendgewicht berechnete Menge von Gesammtnährstoff oder überhaupt der verdauten organischen Substanz (mit Einschluss der Rohfaser) stets sehr nahe übereinstimmend = 4200 *g*; aber auch in diesen Versuchen gelangt man durch Abzug der verdauten Rohfaser wiederum fast zu derselben Zahl, welche als Resultat der diesjährigen Versuche sich ergab. Im Durchschnitt der betreffenden, zu verschiedenen Zeiten mit 3 verschiedenen Pferden angestellten Versuche findet man:

1) S. den 15. Bericht über die Hohenheimer Pferdefütterungsversuche.

Pferd	Lebend-gewicht *kg*	Zahl d. Ver-suche	Gesammt-nährstoff *g*	Tages-arbeit *kgm*		Nährstoff für Arbeit *g*	Nährstoff für Erhaltung *g*		Verdaute Rohfaser *g*		Rest ohne Rohf. pr. Pferd *g*	Rest ohne Rohf. 500 *kg* *g*
I . .	533	4	6306	1,614000	=	1890	4416	–	815	=	3601	3378
II . .	500	17	6080	1,603000	=	1877	4202	–	978	=	3224	3224
III . .	475	17	5701	1,490200	=	1745	3956	–	815	=	3141	3306
Mittel .	503	13	6029	1,579100	=	1804	4191	–	869	–	3322	3303

Auf Grund der bereits so zahlreich vorliegenden Versuche, welche in Paris und in Hohenheim, wie wir gesehen haben, zu sehr nahe übereinstimmenden Resultaten führten, kann man nunmehr wohl mit einiger Sicherheit die als Grundlagen einer rationellen Fütterung des Pferdes wichtigen Sätze aufstellen:

1. Die verdaute Rohfaser, mag dieselbe den Rauh- oder Kraftfutterarten angehören, hat für die Ernährung des Pferdes anscheinend gar keinen Werth, weder für die Erhaltung dieses Thieres bei völliger Ruhe im Stalle, noch auch für die Leistungsfähigkeit bei der Arbeit.
2. Wenn man die verdaute Rohfaser von der Gesammtmenge der verdauten organischen Substanz abzieht, dann kann man den Rest für Rauhfutter und Kraftfutter als gleichwerthig in Rechnung bringen.
3. Für die ausschliessliche Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande sind auf 500 *kg* Lebendgewicht 3300—3400, durchschnittlich etwa 3350 *g* an rohfaserfreiem Nährstoff erforderlich, wobei Eiweiss und Kohlehydrate (stickstofffreie Extraktstoffe) als dynamisch gleichwerthig angenommen sind und das verdaute Rohfett mit dem Faktor 2,4 multiplizirt den Kohlehydraten zugerechnet wird.
4. Ueber die 3350 *g* Nährstoff im Erhaltungsfutter hinaus erhöhen weitere 100 *g* ebenfalls von rohfaserfreiem Nährstoff die Leistungsfähigkeit des Pferdes für mechanische Muskelarbeit um 85 400 *kgm*.

Bezüglich der verdauten Rohfaser will ich noch bemerken, dass diesem Stoff möglicherweise, auch für die Arbeitsleistung des Pferdes, ein grösserer oder geringerer Nährwerth zukommt, indem vielleicht die sonstigen, stickstoffhaltigen sowohl als die stickstofffreien verdaulichen Bestandtheile im Rauhfutter nicht ganz so nährkräftig sind wie im Kraftfutter, welches weniger oder keine Amidkörper, dagegen die stickstofffreie organische Substanz fast ausschliesslich in der Form von Stärkmehl, Zucker und reinem Fett enthält. Bei der *Annahme* aber, dass die Rohfaser gar keinen Nährwerth hat, dagegen die übrigen organischen Stoffe, soweit sie überhaupt verdaut werden, im Kraft- und Rauhfutter gleichwerthig sind, erklären sich allerlei, bei der Fütterung des Pferdes beobachtete und sonst räthselhafte Erscheinungen auf einfache Weise. Es erklärt sich namentlich die Thatsache, dass zur blossen Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande bei vorherrschender oder reichlicher Fütterung mit Heu weit mehr an organischer Substanz erforderlich ist, als wenn mehr Kraftfutter verabreicht wird, und es erklärt sich die Thatsache, dass im Verhältniss zu dem Gesammtquantum der verdauten Substanz das Rauhfutter, unter sonst gleichen Umständen, weit weniger an mechanischer Arbeit ermöglicht als das Kraftfutter.

Auf Grund der Annahme, dass je 100 *g* von rohfaserfreiem Nährstoff 85 400 *kgm* Arbeit entsprechen, kann man den Werth der auf ihre Verdaulichkeit geprüften Futtermittel für die Arbeitsleistung des Pferdes leicht berechnen. Die in Hohenheim bis jetzt in direkten Fütterungsversuchen auf ihren Nähr-

stoffgehalt untersuchten Futtermittel[1]) hatten die folgende, bezw. durchschnittliche Zusammensetzung, welche hier für den lufttrocknen Zustand bei den Rauhfutterarten mit 15 und bei den Kraftfutterarten mit 14 pCt. Feuchtigkeit berechnet worden ist.

	Zahl d. Sorten pCt.	Wasser pCt.	Roh-protein pCt.	Roh-fett pCt.	Roh-faser pCt.	Stickstofffr. Extraktst. pCt.	Asche pCt.
Wiesenheu . . .	16	15,00	9,44	2,46	27,67	38,17	7,26
Kleeheu	5	15,00	12,13	2,04	31,02	33,77	6,04
Luzerneheu . . .	4	15,00	14,36	2,17	27,83	34,20	6,44
Winterhalmstroh .	4	15,00	3,32	1,22	41,44	33,11	5,91
Hafer	8	14,00	11,05	5,17	10,93	55,16	3,69
Gerste	1	14,00	12,62	1,18	4,10	64,45	3,69
Mais	1	14,00	11,47	4,09	1,51	67,47	1,46
Ackerbohnen . .	1	14,00	28,65	1,41	6,87	45,86	3,21
Erbsen	1	14,00	25,70	1,37	5,69	50,15	3,09
Lupinen	1	14,00	45,67	5,19	17,07	16,35	1,72
Leinkuchen . . .	1	14,00	27,58	9,56	9,84	28,69	10,33
Leinsamen . . .	1	14,00	19,45	31,97	6,98	20,07	7,54
Kartoffeln . . .	1	75,50	2,91	0,11	0,98	19,61	0,89
Möhren	1	89,71	1,26	0,14	1,09	6,95	0,85

In Prozenten der einzelnen Bestandtheile dieser Futtermittel wurde, nach den Ergebnissen direkter Versuche, von dem Pferd verdaut:

	Einzel-versuche	Organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.
Wiesenheu . . .	23	50,8	59,2	19,8	41,3	58,7
Kleeheu	7	51,2	56,5	26,7	38,6	62,1
Luzerneheu . . .	6	58,1	73,4	14,3	39,6	69,7
Winterhalmstroh .	7	19,5	—	—	18,5	22,3
Hafer	22	67,1	79,4	70,4	20,1	74,1
Gerste	1	87,0	80,3	42,4	100	87,3
Mais	1	90,9	77,6	63,0	100	93,9
Ackerbohnen . .	5	87,1	85,9	12,9	65,4	93,2
Erbsen	1	80,3	83,0	6,9	8,0	89,0
Lupinen . . .	1	72,3	94,2	27,3	50,8	50,0
Leinkuchen . .	1	69,1	87,8	53,2	—	94,3
Leinsamen . . .	1	64,3	75,2	51,8	—	98,1
Kartoffeln . . .	1	93,3	88,0	—	—	99,4
Möhren	1	87,2	99,3	—	—	93,8

Hiernach findet man für je *1 kg des lufttrocknen Futtermittels* die Menge des darin enthaltenen Gesammtnährstoffes, sowie durch Multiplikation mit dem Faktor 854 die diesem Nährstoff entsprechende Arbeitsleistung in Kilogrammmetern. Des Vergleiches wegen, um den Unterschied zwischen Rauh- und Kraftfutter besonders deutlich hervortreten zu lassen, habe ich die letztere Rechnung für die Gesammtmenge der verdauten organischen Substanz sowohl mit Einschluss der verdauten Rohfaser, als auch nach Abzug derselben ausgeführt. Das verdaute Fett ist hierbei, wie immer, mit dem Faktor 2,4 in Rechnung gebracht.

1) S. „Grundlagen etc.“, S. 27—53.

	Organische Substanz verdaut im Ganzen g		Roh-faser g		ohne Rohfaser g	Aequivalent an Arbeit mit Rohfaser kgm	ohne Rohfaser kgm
Wiesenheu . . .	406	—	114	=	292	346 724	249 400
Kleeheu	411	—	120	=	291	350 994	248 500
Luzerneheu . .	462	—	110	=	352	394 548	300 600
Winterhalmstroh .	157	—	76	=	81	134 078	69 200
Hafer	602	—	20	=	582	514 108	497 000
Gerste	707	—	41	=	666	603 778	568 800
Mais	800	—	15	=	785	683 200	668 400
Ackerbohnen . .	724	—	45	=	679	618 296	579 900
Erbsen	667	—	5	=	662	569 618	565 400
Lupinen	634	—	87	=	547	541 436	467 100
Leinkuchen . . .	634	—	—	=	634	541 436	541 436
Leinsamen . . .	740	—	—	=	740	631 960	631 960
Kartoffeln . . .	215	—	—	=	215	183 610	183 600
Möhren	60	—	—	=	60	51 240	51 240

Die für Wiesenheu angegebenen Zahlen beziehen sich auf eine etwas mehr als mittlere Qualität dieses Futtermittels; der Hafer, besonders aber Gerste und Mais waren verhältnissmässig reich an Protein und die in dem betreffenden Versuch verfütterten Möhren sehr wässerig, so dass sie wohl 5 pCt. weniger Trockensubstanz enthielten, als man sonst durchschnittlich in ihnen annehmen kann. Bezüglich der Rohfaser ist noch zu bemerken, dass vielleicht in einigen Kraftfutterarten, z. B. in den Bohnen und Lupinen, auch in den Palmkuchen eine Modifikation der Cellulose vorkommt, welche diesen Stoff in seinem Nährwerth mehr dem Stärkemehl vergleichbar macht. Möglicherweise verhält es sich mit der Rohfaser in den Kartoffeln und Rüben ähnlich; jedoch sind dies Hypothesen, die vorläufig keine Beachtung finden können.

Den bisher erwähnten Hohenheimer Pferde-Fütterungsversuchen aus dem Jahr 1886/87 wurden noch zwei weitere Versuche angeschlossen, indem man in Periode VII 7 *kg* Wiesenheu und 3,5 *kg* Mais, in der Periode VIII aber ausschliesslich Heu, nämlich 11 *kg* pro Tag verabreichte, welches Futterquantum stets, ebenso wie das in allen übrigen Versuchen vorgelegte Futter, vollständig verzehrt wurde. Da unser Vorrath der verfütterten Hafersorte erschöpft war, so konnte der Versuch mit Mais nicht unter nur theilweisem Ersatz des Hafers und, wie in Periode VI bei relativ geringer Heuration ausgeführt werden; es wurde vielmehr die letztere wiederum erhöht, um nicht im Verhältniss zum Heu gar zu viel Mais pro Tag, vielleicht zum Nachtheil für das Wohlbefinden des Pferdes verabreichen zu müssen.

Versuchsperiode VII.

Bei dem Uebergang von der Heu-Haferration (3 *kg* Heu und 7 *kg* Hafer in Periode VI) zu der Heu-Maisfütterung verzehrte das Pferd:

	Heu kg	Hafer kg	Mais kg
10. Juni . .	4	6	0,5
11. „ . .	5	4	1,5
12. „ . .	6	2	2,5
13. „ . .	6,5	1	3,0
14. „ . .	7	—	3,5

In der zweiten Hälfte der Periode VI war das Lebendgewicht des Thieres sehr konstant und hielt sich vom 31. Mai bis 10. Juni Morgens, bei einer Tagesarbeit von 700 Göpelumgängen mit 60 *kg* Zugkraft, fast unverändert auf 472—473 *kg*; die Arbeitsleistung blieb bis zum 15. Juni die gleiche, wurde aber am 16. Juni auf 600 Göpelumgänge ermässigt und sodann später, am 25. Juli wieder bis auf 650 Umgänge erhöht. Das Lebendgewicht des Pferdes gestaltete sich bei der Uebergangsfütterung und sodann vom 14. Juni an folgendermassen:

	kg		*kg*		*kg*
700 Umgänge		19. Juni . . .	479,5	29. Juni . . .	479,0
30. Mai bis 10. Juni	472,5	20. „ . . .	480,0	30. „ . . .	479,5
11. Juni . . .	473,0	21. „ . . .	480,0	1. Juli . . .	479,5
12. „ . . .	475,5	22. „ . . .	480,0	2. „ . . .	480,0
13. „ . . .	478,5	23. „ . . .	480,5	3. „ . . .	480,0
14. „ . . .	481,0	24. „ . . .	480,5	4. „ . . .	480,0
15. „ . . .	480,0	25. „ . . .	481,0	5. „ . . .	479,0
16. „ . . .	480,0	650 Umgänge		6. „ . . .	479,5
600 Umgänge		26. Juni . . .	480,5	7. „ . . .	480,0
17. Juni . . .	481,0	27. „ . . .	480,5	8. „ . . .	479,5
18. „ . . .	480,5	28. „ . . .	479,5	9. „ . . .	479,0

600 Umgänge		650 Umgänge	
17.—19. Juni . . .	480,3	26.—28. Juni . . .	480,2
20.—21. „ . . .	480,0	29. Juni bis 1. Juli .	479,2
22.—25. „ . . .	480,7	2.—4. Juli	480,0
		5.—7. „	479,5
		8.—9. „	479,3

Leider konnte der Versuch im vorliegenden Falle wegen Mangel an Mais nicht länger fortgesetzt werden; es bleibt daher etwas unbestimmt, ob das Pferd bei 650 Göpelumgängen pro Tag auf die Dauer das Lebendgewicht und seinen Ernährungszustand unverändert beibehalten hätte, oder ob schon 600 Umgänge mit 60 *kg* Pferdezug als die dem verabreichten Futter völlig entsprechende Arbeitsleistung anzusehen waren. Die rasche und beträchtliche Steigerung im Lebendgewicht vom 10.—14. Juni (472,5—481,0 *kg*) ist natürlich die einfache Folge von dem, gegenüber der Periode VI, sehr vermehrten Magen- und Darminhalt des Thieres, welcher sofort auch in der reichlicheren Produktion von Harn und namentlich von Koth sich deutlich zu erkennen gab (s. u.). Auch die Menge des täglich aufgenommenen Tränkwassers war eine wesentlich grössere und zwar hier so gut wie ausschliesslich bedingt durch die Futterveränderung, hauptsächlich durch die grössere Heuration. Man fand nämlich:

		Göpel-umgänge	Tages-temperat. °C.	Tränkwasser pro Tag Morgen *kg*	Mittag *kg*	Abend *kg*	Sa. *kg*
Periode VI.	31. Mai bis 9. Juni .	700	17,28	6,73	4,96	7,67	19,36
„ VII.	10.—15. Juni . . .	700	18,20	6,28	10,13	12,14	28,55
„ VII.	16.—24. „ . . .	600	18,22	5,63	7,32	14,29	27,24
„ VII.	25. Juni bis 2. Juli .	650	19,08	6,32	7,93	12,39	26,64
„ VII.	3.—9. Juli	650	20,71	7,22	8,71	12,04	27,97

Bei der Fütterung mit Mais wurde dieser stets mit einem gleichen Quantum Wasser 24 Stunden lang eingequellt; das betreffende, mit dem Futter aufgenommene Einweichwasser (3,5 *kg* pro Tag) ist in der vorstehenden Tabelle, auf die 3 Tageszeiten vertheilt, dem Tränkwasser zugerechnet worden.

Ferner wurde ermittelt:

Periode VIIa.

Futter: 7 *kg* Heu + 3,5 *kg* Mais. (650 Göpelumgänge bei 60 *kg* Zug.)

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tagestemperatur °C.	Tränkwasser *kg*	Harnmenge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
27. Juni . .	480,5	19,6	25,4	7530	99,72 = 1,32
28. „ . .	479,5	18,3	25,0	7040	90,45 = 1,28
29. „ . .	479,0	13,9	23,2	7430	89,70 = 1,21
30. „ . .	479,0	17,9	29,8	7280	88,02 = 1,21
1. Juli . .	479,5	19,5	27,3	7850	94,61 = 1,21
2. „ . .	480,0	18,8	23,8	7270	89,65 = 1,23
Mittel . . .	479,6	18,0	25,75	7400	92,03 = 1,25

Periode VIIb.

Futter und Arbeit wie in VIIa.

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tagestemperatur °C.	Tränkwasser *kg*	Harnmenge *g*	Harnstickstoff in *g* pCt.
3. Juli . .	480,0	23,3	33,5	7230	89,95 = 1,24
4. „ . .	480,0	25,3	29,9	7280	99,11 = 1,36
5. „ . .	479,5	23,7	30,0	7600	99,33 = 1,31
6. „ . .	479,5	14,6	26,4	7590	97,75 = 1,29
7. „ . .	480,0	16,4	22,9	7740	97,01 = 1,25
8. „ . .	479,0	20,9	23,0	7680	96,17 = 1,25
Mittel. . .	479,6	20,75	27,62	7520	96,55 = 1,29

Die hohe Lufttemperatur, welche an einigen Tagen der Periode VIIb herrschte, hat gegenüber von VIIa eine reichlichere Aufnahme von Tränkwasser und auch wohl die etwas grössere Konzentration des Harnes bezüglich seines Stickstoffgehalts bewirkt. In VIIb ist ferner durchschnittlich pro Tag um 4,5 *g* mehr Stickstoff mit dem Harn ausgeschieden worden, als in VIIa; dies scheint anzudeuten, dass gegen Ende der ganzen Versuchsperiode der Ernährungszustand des Thieres ein wenig sich verminderte, die Arbeitsleistung daher auf die Dauer im Verhältniss zum verzehrten Futter eine etwas zu grosse war.

Der Koth wurde an denselben Tagen wie der Harn gesammelt und gewogen, sowie in einer Durchschnittsprobe für zwei aufeinander folgende, je 6 tägige Perioden (VIIa und b) chemisch untersucht. Hierbei fand man zunächst an frischem Koth pro Tag:

Periode VIIa.	Juni 27.	28.	29.	30.	Juli 1.	2.	Mittel
g	14 900	14 500	15 350	14 600	15 200	14 400	14 825
„ VIIb.	Juli 3.	4.	5.	6.	7.	8.	
g	14 800	14 500	14 400	14 700	14 100	14 300	14 467

Das in dieser Periode verfütterte Wiesenheu war in Folge der anhaltend hohen Lufttemperatur ziemlich stark ausgetrocknet; es enthielt 87,62 pCt. Trockensubstanz und darin 11,61 pCt. Rohprotein, letzteres nahezu den früheren Bestimmungen entsprechend. Ferner ergab sich:

	Trockensubstanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz: Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffr. Extraktst.	Rohasche CO_2 frei
Mais . . .	87,76	12,23	4,54	2,15	79,55	1,53
Koth VIIa. .	24,23	12,20	6,62	29,27	38,76	13,15
„ VIIb. .	26,03	12,13	7,20	29,14	38,41	13,12

Im Darmkoth von VIIb war auffallend mehr, fast 2 pCt. mehr Trockensubstanz enthalten, als in dem Koth von VIIa, womit auch eine im Durchschnitt um täglich ca. 160 *g* geringere Verdauung der organischen Substanz des Futters im Zusammenhange stand.

Periode VIIa.

	Trocken-substanz g	Organ. substanz g	Roh-protein g	Roh-fett g	Roh-faser g	Stickstofffr. Extraktst. g
Futter: Heu . .	6133,40	5596,73	712,09	211,60	1839,41	2833,63
Mais . .	3071,60	3024,60	375,65	139,45	66,04	2443,46
In Sa. .	9205,00	8621,33	1087,74	351,05	1905,45	5277,09
Darmkoth . . .	3592,10	3119,54	438,23	237,80	1051,41	1392,30
Verdaut	5612,90	5501,59	649,51	113,25	854,04	3884,79

Periode VIIb.

Futter in Sa. . .	9205,00	8621,33	1087,74	351,05	1905,45	5277,09
Darmkoth . . .	3765,67	3271,61	456,78	271,13	1097,32	1446,39
Verdaut	5439,33	5349,72	630,96	79,92	808,13	3830,70

Verdaut im Mittel von VIIa und b

	5526,12	5425,66	640,24	96,58	831,09	3857,75

In Prozenten des gleichnamigen Futterbestandtheiles wurde verdaut:

Periode VIIa. . .	60,96	63,81	59,71	32,26	44,82	73,62
„ VIIb. . .	59,09	62,03	58,01	22,77	42,41	72,58
Mittel . . .	60,04	62,92	58,86	27,52	43,62	73,10

Hieraus ergiebt sich nach bisher üblicher Rechnungsweise:

	Nährstoffverhältniss		Gesammt-nährstoff
VIIa. . . .	649,51 : 5010,63 (3884,79 + 854,04 + 271,80)	= 1 : 7,71	5660,14 g
VIIb. . . .	630,96 : 4830,64 (3830,70 + 808,13 + 191,81)	= 1 : 7,66	5461,60 „
Mittel . . .	640,24 : 4920,64	= 1 : 7,68	5560,87 g

Die Tagesarbeit bestand in 650 Göpelumgängen mit 60 *kg* Zugkraft und entsprach 1 029 240 *kgm*; hierzu kommt noch der zur Fortbewegung des eigenen Körpers erforderliche Kraftaufwand des Thieres = 371 808 *kgm*, welche Zahl aus der Länge des zurückgelegten Weges (17 154 *m*), aus der Arbeitszeit (322,8 Minuten oder 19 368 Sekunden) und aus dem durchschnittlichen Lebendgewicht (479,7 *kg*) sich berechnet. Im Ganzen wurden also 1 497 498 *kgm* an Arbeit geleistet, wozu an Nährstoff (100 *g* = 85 400 *kgm*) 1754 *g* erforderlich sind; wenn man diese Zahl und ebenso die durchschnittlich verdaute Rohfaser (831 *g*), in Summa 2585 *g* von dem Gesammtnährstoff (5561 *g*) abzieht, so bleibt als Rest 2976 oder auf 500 *kg* Lebendgewicht berechnet, 3133 *g* Nährstoff, d. h. etwa 200 *g* weniger, als wir in unseren sonstigen Versuchen als ausreichend gefunden haben für die Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande, bei Ausschluss aller Arbeitsleistung. Diese Differenz würde sich ziemlich ausgleichen, wenn man die Resultate des einen Verdauungsversuches, nämlich von VIIa allein als massgebend der Rechnung zu Grunde legen wollte oder auch annehmen könnte, dass die Arbeit des Thieres im Verhältniss zum Futter ein wenig zu reichlich bemessen war, etwa anstatt 650 täglich nur 600 Göpelumgänge hätte betragen sollen; im letzteren Falle würde die Zahl 3138 bis auf 3280 *g* sich erhöhen, also der Normalzahl von reichlich 3300 nahe kommen. Der Versuch giebt hierüber, wie schon oben erwähnt wurde, keine ganz sichere Auskunft, weil er etwas zu zeitig abgeschlossen werden musste; bemerkenswerth ist jedoch, dass in VIIb trotz geringerer Verdauung von Futterstickstoff doch mehr Stickstoff mit dem produzirten Harn ausgeschieden wurde, als in VIIa, nämlich:

	Stickstoff pro Tag verdaut	im Harn	Differenz
VIIa.	103,91 *g*	92,03 *g*	11,88 *g*
VIIb.	100,95 „	96,55 „	4,40 „
Durchschnitt	102,43 *g*	94,29 *g*	8,14 *g*

Im Durchschnitt von VIIa und b war die Differenz in der Ausscheidung von Harnstickstoff fast dieselbe, wie auch in den früheren Perioden bei konstant bleibendem Ernährungszustande des Pferdes beobachtet wurde; nur ist es auffallend, dass diese Differenz in VIIb so beträchtlich sich verminderte, während sie sonst ganz gewöhnlich gerade bei reichlicher Maisfütterung eine grössere zu sein pflegt, als bei der Fütterung des Pferdes mit irgend einem anderen Kraftfutter[1]). Die zeitweise höhere Lufttemperatur in Periode VIIb kann auf jenes Verhalten keinen bestimmenden Einfluss geäussert haben, denn die Stickstoffausscheidung in dem Harn war an den kühleren Tagen im Allgemeinen eine ebenso grosse, wie an den heissen Tagen.

Versuchsperiode VIII.

Am Schluss der ganzen Versuchsreihe wurde das Pferd längere Zeit *ausschliesslich mit Heu* und zwar mit derselben Sorte von Wiesenheu gefüttert, welche schon in allen früheren Perioden neben Kraftfutter verabreicht worden war. Es sollte dabei theils die Verdaulichkeit des betreffenden Wiesenheues, bezw. der in diesen Versuchen benutzten Hafer- und Maissorte ermittelt, zugleich aber auch beobachtet werden, ob das Pferd unter solchen Verhältnissen und bei sehr mässiger Arbeitsleistung dauernd in einem guten oder mittleren Ernährungszustande sich würde erhalten können. Die tägliche Heuration konnte man nicht höher steigern, als bis auf 11 *kg*; schon dieses Quantum wurde nur schwierig und langsam aufgezehrt, und um dieses vollständig zu erreichen, musste man den Tag über das Heu öfters in jedesmal kleineren Portionen dem Thier vorlegen. Das Heu war überhaupt etwas hartstengelig und nicht besonders schmackhaft, so dass das Pferd davon auf die Dauer und ohne Rückstände zu hinterlassen nicht etwa 12 *kg* pro Tag verzehren konnte, wie es in früheren Versuchen und bei anderen Heusorten mehrfach ermöglicht wurde.

Bei der Maisfütterung in Periode VII war an den 3 letzten Tagen derselben (7, 8. und 9. Juli) das Lebendgewicht des Pferdes 480,0—479,5 und 479,0 *kg*, durchschnittlich also 479,5 *kg*; mit dem Uebergang zur ausschliesslichen Heufütterung stieg das Lebendgewicht rasch und beträchtlich, wie es ja immer der Fall ist, wenn man auf ein mehr intensives oder konzentrirtes ein voluminöseres und weniger leicht verdauliches Futter folgen lässt. Es ist dann auch die Quantität des produzirten frischen Kothes und Harnes, sowie des in der Tränke aufgenommenen Wassers entsprechend grösser. Im vorliegenden Falle beobachtete man an den Uebergangstagen:

	Futter pro Tag Heu	Mais	Lebendgewicht
7.—9. Juli .	7 *kg*	3,5 *kg*	479,5 *kg*
10. Juli . .	8 „	2,5 „	482,0 „
11. „ . .	9 „	1,5 „	483,0 „
12. „ . .	9,5 „	1,0 „	482,5 „
13. „ . .	10,5 „	— „	483,5 „
14. „ . .	10,5 „	— „	483,5 „

[1]) Vgl. auch den 15. Bericht, S. 28.

Am 14. Juli wurde noch $\frac{1}{2}$ *kg* Heu zugelegt, so dass von diesem Tage an die volle Ration von 11 *kg* Wiesenheu verabreicht und auch immer ohne Rückstände aufgezehrt wurde. Die Arbeit ermässigte man am 10. Juli von 650 bis auf 500, am 11. Juli auf 400 und am 12. Juli auf 300 Göpelumgänge bei 60 *kg* Pferdezug, welche letztere Arbeit auch für die nächste Zeit beibehalten wurde. Hierbei blieb das Lebendgewicht des Thieres ziemlich unverändert oder verminderte sich höchstens vom 21. Juli an nur sehr langsam; um diese Verminderung rascher und deutlicher hervortreten zu lassen, liess man das Pferd vom 26. Juli bis zum 3. August täglich 400 Göpelumgänge machen, nach welcher Zeit die Arbeitsleistung wiederum nur 300 Umgänge pro Tag betrug. Das Lebendgewicht gestaltete sich unter diesen Verhältnissen im Verlaufe der ganzen Versuchsperiode folgendermassen:

300 Umgänge.	*kg*		*kg*		*kg*
15. Juli . . .	482,5	25. Juli . . .	484,0	4. Aug. . . .	481,0
16. „ . . .	484,0	26. „ . . .	483,5	300 Umgänge.	
17. „ . . .	485,0	400 Umgänge.		5. „ . . .	481,0
18. „ . . .	484,5	27. „ . . .	483,0	6. „ . . .	481,5
19. „ . . .	484,5	28. „ . . .	483,0	7. „ . . .	481,0
20. „ . . .	485,0	29. „ . . .	482,5	8. „ . . .	480,0
21. „ . . .	485,5	30. „ . . .	482,5	9. „ . . .	479,0
22. „ . . .	484,5	31. „ . . .	482,0	10. „ . . .	479,0
23. „ . . .	483,0	1. Aug. . . .	482,0	11. „ . . .	478,5
24. „ . . .	483,5	2. „ . . .	482,5	12. „ . . .	478,0
		3. „ . . .	482,0	13. „ . . .	478,0

Lebendgewicht im Durchschnitt von je 3 Tagen:

300 Umgänge.		400 Umgänge.		300 Umgänge.	
15.—17. Juli . .	483,8	27.—29. Juli . .	482,8	5.— 7. Aug. . .	481,2
18.—20. „ . .	484,7	30. Juli — 1. Aug.	482,3	8.—10. „ . .	479,2
21.—23. „ . .	484,3	2.— 4. Aug. . .	481,8	11.—13. „ . .	478,2
24.—26 „ . .	483,7				

Man sieht, dass im Verlaufe der ganzen Versuchsperiode eine zwar langsame, aber doch nach und nach, auch bei nur 300 Umgängen pro Tag immer entschiedener auftretende Abnahme im Lebendgewicht erfolgte. Dass zugleich der Ernährungszustand des Thieres wesentlich zurückging, ergiebt sich noch deutlicher, wenn man die Mengen des aus dem Futter verdauten und des in dem täglich produzirten Harn ausgeschiedenen Stickstoffes mit einander vergleicht. Es war hierbei beabsichtigt, Koth und Harn, ebenso wie in den anderen Perioden dieser Versuchsreihe, an 12 auf einander folgenden Tagen zu sammeln und davon die erforderlichen Proben zu nehmen, um auf solche Weise eine um so grössere Durchschnitts-Genauigkeit zu erzielen; leider musste man sich bezüglich der Probenahmen auf 6 Tage beschränken, weil nach dieser Zeit das bis dahin ganz gesunde Pferd plötzlich an einem heftigen Kolikanfalle erkrankte und damit der ganze Versuch zu einem raschen und etwas zu frühzeitigen Abschluss gelangte.

Periode VIII. Futter: 11 *kg* Wiesenheu.
(300 Göpelumgänge bei 60 *kg* Zug.)

Datum	Gewicht d. Pferdes *kg*	Tagestemperatur ° C.	Tränkwasser *kg*	Harnmenge *g*	Harnstickstoff in *g*	Harnstickstoff in pCt.
7. Aug. . .	481,0	23,3	32,9	10 890	112,60	1,03
8. „ . .	480,0	23,6	37,0	10 630	108,74	1,02
9. „ . .	479,0	24,1	37,2	10 080	99,39	0,99
10. „ . .	479,0	18,7	33,4	11 180	107,79	0,96
11. „ . .	478,5	13,1	30,6	10 380	101,96	0,98
12. „ . .	478,0	14,4	27,7	9 980	99,26	0,99
Mittel . .	479,3	19,53	33,07	10 523	105,79	1,00

In den einzelnen Abschnitten der Versuchsperiode VIII fand man die Tagestemperatur, sowie die Aufnahme von Tränkwasser durchschnittlich:

	Göpel-umgänge	Tages-temperatur ° C.	Tränkwasser pro Tag Morgen *kg*	Mittag *kg*	Abend *kg*	Sa. *kg*
15.—26. Juli . .	300	19,92	8,15	8,99	14,03	30,87
27. Juli — 4. Aug.	400	22,16	8,87	9,97	12,26	31,10
5.—13. Aug . .	300	19,18	11,85	8,86	11,98	32,69

Die hier beobachtete Aufnahme von Tränkwasser stimmt nicht recht überein mit der wechselnden Lufttemperatur und Tagesarbeit; sie ist in dem letzten Zeitabschnitt (5.—13. Aug.) verhältnissmässig gross, und zwar ganz besonders Morgens, während Mittags und Abends gegenüber dem zweiten Abschnitt (27. Juli — 4. Aug.) eine Abnahme stattgefunden hat.

Die Menge des frischen Darmkothes betrug:

Aug. 7.	8.	9.	10.	11.	12.	Mittel
g 22 000	20 700	20 700	21 250	21 100	20 500	21 042

Bei der ausschliesslichen Heufütterung (11 *kg*) war also die Ausscheidung von Harn und Koth beträchtlich grösser als in Periode VII, in welcher das Pferd 7 *kg* Heu und 3,5 *kg* Mais täglich verzehrte, nämlich bezw. 10 523 und 21 042 gegen 7460 und 14 646 *g*; die Differenz war also 3163 und 6396, zusammen nicht weniger als 9559 *g*. Es ist diese Differenz noch etwas grösser, als die Mehraufnahme von Wasser in der Tränke betrug, welche für die Zeit der Probenahmen von Harn und Koth in der Periode VIII auf 33 070—26 690 = 6380 *g* sich berechnete. Die letztere Zahl entspricht ziemlich genau der Steigerung des Lebendgewichtes, welche in den ersten Tagen der Futterveränderung und einfach in Folge derselben stattfand, nämlich von 479 auf 485 *kg*, Differenz = 6000 *g*. Die allmählige Abnahme des Lebendgewichtes bei ausschliesslicher Fütterung des Pferdes mit Heu von 485 bis auf zuletzt 478 *kg* beweist, dass die Ernährung eine ungenügende war und das Thier dabei entsprechend abmagerte.

Bei der chemischen Untersuchung von Heu und Koth fand man:

	Trocken-substanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffr. Extraktst.	Roh-asche
Wiesenheu . . .	89,07	11,71	3,41	31,73	44,84	8,31
Darmkoth . . .	23,99	11,31	6,17	34,66	36,50	11,36

Hiernach berechnet sich für die Verdauung des Futters:

	Trocken-substanz *g*	Organ. Substanz *g*	Roh-protein *g*	Roh-fett *g*	Roh-faser *g*	Stickstofffr. Extraktst. *g*
Futter: Heu	9797,70	8983,51	1147,31	334,00	3108,81	4393,39
Darmkoth . .	5047,90	4474,46	570,92	311,46	1749,60	1842,48
Verdaut . . .	4749,80	4509,05	576,39	22,54	1359,21	2550,91
Desgl. in pCt. .	48,48	50,19	50,24	6,75	43,73	58,29

Wir haben in dieser Versuchsperiode zum ersten und einzigen Mal in der ganzen Versuchsreihe einen Ueberschuss von Harnstickstoff gegenüber der Menge des aus dem Futter verdauten Stickstoffes. Die Menge der letzteren betrug pro Tag 92,20 *g*, während mit dem Harn durchschnittlich (s. o.) 105,79,

also 13,59 *g* mehr an Stickstoff zur Ausscheidung gelangten; hierzu kommen noch etwa 7 *g*, welche durch Zuwachs von Haar und Hufen, Abfall von Epidermisschuppen, Schweissbildung etc. in Anspruch genommen werden und auch bei völligem Stickstoffgleichgewicht des Körpers in der verdauten Futtersubstanz mehr enthalten sind, als in dem täglich produzirten Harn (s. S. 92). Dies macht also im Ganzen ein Quantum von 20,5 *g* Stickstoff, welche von 128,1 *g* zersetztem Körpereiweiss herstammen und fast 600 *g* an frischer, wasserhaltiger und fettfreier Fleischmasse entsprechen. Man ersieht daraus, dass das verabreichte Futter unter den hier vorhandenen Umständen durchaus nicht genügte, um das Thier in einem ordentlichen Ernährungszustande, d. h. bei guter Leistungsfähigkeit zu erhalten. Zu demselben Resultate kommt man, wenn man die Gesammtmenge der aus dem Futter verdauten Nährstoffe in Betracht zieht.

An Gesammtnährstoff wurden aus dem Futter 4532 *g* verdaut (Nährstoffverhältniss = 576,39 : 3955 = 1 : 6,83); hiervon sind zunächst für die verdaute Rohfaser 1359 *g* in Abzug zu bringen, so dass 3172 oder, auf 500 *kg* Lebendgewicht des Pferdes berechnet, 3424 *g* übrig bleiben. Dies ist nur wenig mehr, als das Pferd zur Erhaltung des Körpers in einem mittleren Ernährungszustande ohne alle Arbeitsleistung bedarf (3350 *g*). Im vorliegenden Falle war aber dem Thier eine Tagesarbeit von 300 Göpelumgängen mit 60 *kg* Zugkraft auferlegt, welche Arbeit 519 539 und mit Einschluss des zur Fortbewegung des Thieres selbst erforderlichen Kraftaufwandes (164 978 *kgm*, bei 479,6 *kg* Lebendgewicht, 7917 *m* Weglänge, 9258 Sekunden Arbeitsdauer und 0,855 *m* Geschwindigkeit pro Sekunde) 685 517 *kgm* gleich sind. Durch diese Arbeit werden 803 *g* Nährstoff absorbirt; man hat also für die Erhaltung des Pferdes 3173 – 803 = 2370 *g*, d. h. fast 800 *g* Nährstoff weniger, als das Futter bei richtiger, den hier vorhandenen Umständen entsprechender Zusammensetzung hätte enthalten müssen.

Obgleich nun das Futter ganz ungenügend war und damit vielleicht auch die schliessliche Erkrankung des Pferdes mit tödtlichem Ausgange im Zusammenhange stand, so war doch die *Verdauung* des Thieres bis zum letzten Versuchstage völlig normal, wie schon aus der quantitativ überaus gleichmässigen Ausscheidung von Harn und Koth sich ergiebt und noch deutlicher hervortritt, wenn man in allen Einzelversuchen die Verdauungskoeffizienten des *Kraftfutters* für sich allein berechnet, auf Grund der Annahme, dass überall die Verdauung des Wiesenheues genau dieselbe gewesen ist, wie bei ausschliesslicher Verabreichung dieses Futtermittels in der Versuchsperiode VIII. Diese Berechnung liefert zugleich eine gute Kontrolle dafür, ob und bis zu welchem Grade die einzelnen Verdauungsversuche nach allen Richtungen sorgfältig ausgeführt worden sind und möglichst genau zutreffende Resultate geliefert haben.

In den Versuchen I bis VI ist das Pferd fortwährend in einem mittleren Ernährungszustande geblieben, bei einem Futter, welches stets aus der gleichen Sorte von Wiesenheu und Hafer bestand; beide Futtermittel waren aber mehrfach in gegenseitig verschiedenen Mengenverhältnissen in der Tagesration vertreten und demgemäss war auch die Arbeitsleistung ungleich. Fast jeder Verdauungsversuch wurde doppelt ausgeführt und es bezeichnen die hier angegebenen Mengen der aus dem Gesammtfutter verdauten Stoffe das Mittel aus den betreffenden zwei, übrigens in ihren Resultaten meist nahe übereinstimmenden Versuchen.

Verdaut	Trocken-substanz *g*	Organ. substanz *g*	Roh-protein *g*	Roh-fett *g*	Roh-faser *g*	Stickstofffr. Extraktst. *g*
I. Periode.						
7 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer. 1000 Göpelumgänge bei 40 *kg* Zugkraft.						
Heu und Hafer . .	5929,56	5739,02	836,39	171,18	803,55	3928,06
Verdaut vom Heu .	2872,34	2711,68	346,93	10,93	781,94	1609,08
Bleibt für Hafer . .	3057,22	3027,34	489,46	160,25	21,61	2318,98
II. Periode.						
7 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer. 750 Umgänge bei 60 *kg* Zugkraft.						
Heu und Hafer . .	5871,87	5681,11	819,39	192,74	806,81	3862,15
Verdaut vom Heu .	2886,94	2727,25	345,85	13,87	780,97	1605,39
Bleibt für Hafer . .	2984,93	2953,86	474,54	178,87	25,84	2256,81
III. Periode.						
7 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer. 600 Umgänge bei 80 *kg* Zugkraft.						
Heu und Hafer . .	5897,30	5718,31	811,97	196,23	839,69	3870,43
Verdaut vom Heu .	2893,19	2710,26	343,69	13,78	776,10	1595,39
Bleibt für Hafer . .	3004,11	3008,05	468,28	182,45	63,59	2275,04
IV. Periode.						
5 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer. 550 Umgänge bei 60 *kg* Zugkraft.						
Heu und Hafer . .	5258,91	5161,77	717,24	187,75	685,49	3571,28
Verdaut vom Heu .	2085,85	1970,47	243,39	10,02	564,36	1167,44
Bleibt für Hafer . .	3173,06	3191,30	473,85	177,73	121,13	2403,84
V. Periode.						
3 *kg* Heu und 5,5 *kg* Hafer. 350 Umgänge bei 60 *kg* Zugkraft.						
Heu und Hafer . .	4352,22	4302,44	626,46	184.78	422,74	3068,46
Verdaut vom Heu .	1247,44	1178,44	145,56	5,99	337,45	698,18
Bleibt für Hafer . .	3014,78	3124,00	480,90	178,79	85,29	2370,28
VI. Periode.						
3 *kg* Heu und 7 *kg* Hafer. 700 Umgänge bei 60 *kg* Zugkraft.						
Heu und Hafer . .	5107,99	5081,29	754,52	252,17	355,24	3719,24
Verdaut vom Heu .	1222,71	1155,08	142,80	5,87	330,76	684,20
Bleibt für Hafer . .	3885,28	3926,21	611,72	246,30	24,48	3035,04

Die Verdauungskoeffizienten für den *Hafer allein* gestalten sich hiernach in den einzelnen Versuchsperioden folgendermassen:

I. Periode . . .	65,08	66,83	77,93	62,64	3,93	74,93
II. „ . . .	63,54	65,21	75,56	69,48	4,70	72,92
III. „ . . .	63,95	66,41	74,56	70,87	11,57	73,51
IV. „ . . .	66,59	69,45	74,37	68,06	21,73	76,57
V. „ . . .	64,90	67,72	75,19	68,20	15,24	75,21
VI. „ . . .	64,14	67,25	77,33	73,14	3,44	75,93
Mittel von I—VI .	64,70	67,14	75,84	68,73	10,10	74,85
„ „ I—III .	64,19	66,15	76,04	67,66	6,73	73,79
„ „ IV—VI .	65,21	68,14	75,60	69,80	13,47	75,90

Im Mittel von 8 anderen Hafersorten wurde in früheren Fütterungsversuchen[1]) von dem Pferd verdaut:

64,89	67,11	79,36	70,43	20,06	74,05

Die Uebereinstimmung dieser Zahlen ist so gross, wie man sie in solchen Versuchen und Berechnungen nur verlangen kann; sie beweist, dass die Versuche mit einer befriedigenden Genauigkeit ausgeführt worden sind. Die Differenzen bei den Verdauungskoeffizienten der Rohfaser kommen nicht in Betracht,

---

1) S. „Grundlagen etc.“ S. 45.

weil dieser Stoff überhaupt im Hafer schwerverdaulich ist und ja auch sonst, wie wir gesehen haben, für die Kraftproduktion des Pferdes keine wesentliche Bedeutung hat. Aus den Mittelzahlen der Versuchsperioden I—III einerseits und IV—VI andererseits kann man vielleicht entnehmen, dass der Hafer neben einem grösseren Quantum von Wiesenheu etwas weniger leichtverdaulich erscheint, als wenn er in der Tagesration vorherrscht und das Heu oder Rauhfutter mehr zurücktritt; indess sind die betreffenden Differenzen nur sehr gering, da sie für die wichtigeren Bestandtheile des Hafers kaum 1—2 pCt. betragen. Dagegen ist die grosse Uebereinstimmung der in unseren diesjährigen Versuchen gefundenen Verdauungskoeffizienten des Hafers mit dem Mittel der aus früheren Versuchen sich ergebenden Zahlen sehr bemerkenswerth. Der verfütterte Hafer war immer ganz rein und von guter Beschaffenheit, im Allgemeinen ziemlich stickstoffreich und bezüglich seiner chemischen Zusammensetzung in den verschiedenen Jahrgängen nur wenig wechselnd; der für die vorliegende Versuchsreihe benutzte Hafer wurde im Januar und im Juni untersucht und enthielt:

	Trockensubstanz pCt.	In Prozenten der Trockensubstanz Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffr. Extraktst.	Asche
Januar . .	85,41	13,37	5,48	11,70	65,78	3,67
Juni . . .	86,53	13,06	5,57	11,75	66,00	3,62
Mittel	85,97	13,21	5,53	11,73	65,89	3,64
Ferner war das Mittel der 8 früher verfütterten Hafersorten:						
	—	12,85	6,01	12,71	64,14	4,29
Hiervon wurden in den diesjährigen Versuchen verdaut:						
	—	10,02	3,80	1,18	49,32	—
Bei den 8 anderen Hafersorten						
	—	10,00	4,23	2,40	47,50	—

Die Gesammtmenge der verdauten organischen Substanz war bezw. 64,32 und 64,13 pCt. oder nach Reduktion des verdauten Fettes auf dessen Stärkemehläquivalent 69,64 und 70,22 pCt.; auf 1 *kg* des lufttrocknen Hafers (mit 14 pCt. Wassergehalt) berechnet ergeben sich darin an Nährstoff 599 und 604 *g* und nach Abzug der verdauten Rohfaser (bezw. 10 und 21 *g*) 589 und 584 *g*, welche mit 85 400 multiplizirt nahezu 500 000 *kgm* in der Produktion von lebendiger Kraft entsprechen.

Als Verdauungszahlen für den in Versuchsperiode VII verfütterten *Mais* (Tagesration: 7 *kg* Heu und 3,5 *kg* Mais; Arbeitsleistung: 650 Göpelumgänge bei 60 *kg* Zugkraft) erhält man:

Verdaut	Trockensubstanz *g*	Organ. Substanz *g*	Rohprotein *g*	Rohfett *g*	Rohfaser *g*	Stickstofffr. Extraktst. *g*
Heu und Mais	5526,12	5425,66	640,24	96,58	831,09	3857,75
Verdaut vom Heu . .	2973,47	2809,00	357,76	14,28	804,37	1651,72
Bleibt für Mais . . .	2552,65	2616,66	282,48	82,30	26,72	2206,02
Desgl. in Prozenten . .	83,11	86,51	75,20	59,02	40,46	90,28

In einem früheren Versuche[1]) mit einer anderen Sorte Mais fand man als Verdauungskoeffizienten:

90,31	90,93	77,64	63,04	100,00	93,93

1) Ebendas. S. 48.

Die letzteren Zahlen sind etwas höher, aber vermuthlich auch etwas zu hoch, da sie bei gleichzeitiger Fütterung derselben Maissorte an Hammel, also an wiederkäuende Thiere durchgängig um 2—3 pCt. niedriger ausfielen als in dem Versuch mit dem Pferd. Uebrigens stehen in beiden Fällen die Einzelzahlen unter sich in einem sehr gleichmässigen Verhältniss.

Schliesslich will ich noch über die *Statik der Aufnahme und Ausgabe des Wassers* berichten, wie dieselbe in den Einzelversuchen der ganzen Versuchsreihe beobachtet wurde. Hierbei ist zu erwähnen, dass der Wassergehalt des Harns nicht direckt bestimmt, sondern nach der Menge des Stickstoffes und nach dem früher in ähnlichen Versuchen[1]) ermittelten Gehalt an Mineralstoffen zu durchschnittlich 93 pCt. (7 pCt. Gesammt-Trockensubstanz) angenommen wurde; jedenfalls ist der durch diese Annahme etwa bedingte Fehler nur unbedeutend. Das Nähere über das Verhalten des Wassers ersieht man aus der folgenden Tabelle:

Periode	Datum	Futterration pro Tag Heu *kg*	Hafer *kg*	Tagesarbeit Göpelumgänge	Zugkraft *kg*	Tagestemperatur ° C.	Wasseraufnahme in Tränke *g*	im Futter *g*
I.	9.—20. Januar . . .	7	5,5	1000	40	− 5,14	27 910	1874
II.	7.—18. Februar . .	7	5,5	750	60	− 4,14	29 240	1847
III.	6.—17. März . . .	7	5,5	600	80	− 0,11	26 685	1885
IV.	18.—23. April . . .	5	5,5	550	60	+ 10,20	21 360	1432
V.	9.—14. Mai	3	5,5	350	60	+ 8,52	16 220	1143
VI.	30. Mai bis 10. Juni .	3	7	700	60	+ 17,83	18 735	1421
			Mais					
VII.	27. Juni bis 8. Juli .	7	3,5	650	60	+ 19,38	26 745	1295
VIII.	7.—12. August . . .	11	—	300	60	+ 19,53	33 070	1202

	Wasseraufnahme in Sa. *g*	Wasserausscheidung in Darmkoth *g*	Harn *g*	Ex- u. Perspiration *g*	Ausgabe in pCt. d. Aufnahme Darmkoth pCt.	Harn pCt.	Ex- u. Perspiration pCt.	Trockenfutter zur Wasseraufnahme
I.	29 784	13 432	8313	8 039	45,2	27,9	26,9	1 : 2,80
II.	31 087	13 653	8798	8 626	43,9	28,4	27,7	1 : 2,92
III.	28 570	13 477	8984	6 111	47,3	31,5	21,2	1 : 2,69
IV.	22 792	9 804	7056	5 932	43,0	31,0	26,0	1 : 2,40
V.	17 363	7 662	5168	4 533	44,1	29,8	26,1	1 : 2,36
VI.	20 156	9 299	6166	4 711	46,0	30,6	23,4	1 : 2,35
VII.	28 040	10 967	6985	10 088	40,3	24,8	34,9	1 : 3,05
VIII.	34 272	15 994	9786	8 492	46,7	28,5	24,8	1 : 3,50

1. Die Aufnahme von Wasser, zunächst in der Tränke ist in erster Linie abhängig von der Menge und Beschaffenheit des Futters und besonders gross bei Verabreichung von viel Heu oder Rauhfutter und wenig Kraftfutter (s. die Perioden I—III und VII—VIII gegenüber von IV—VI).

2. Dass die Wasseraufnahme auch durch die Lufttemperatur beeinflusst wird, hat mehrfach für kleinere Abschnitte der Einzelperioden im Verlaufe des vorliegenden Berichtes nachgewiesen werden können; ebenso wird unter sonst gleichen Verhältnissen, namentlich bei gleicher Futterration die Wasseraufnahme durch erhöhte Arbeitsleistung gesteigert, wie in früheren Hohenheimer Versuchen beobachtet wurde[2]). In der hier besprochenen Versuchsreihe ist diese

1) S. namentlich den vorhergehenden oder 15. Bericht über Pferde-Fütterungsversuche.

2) S. z. B. „Grundlagen etc." S. 77.

Wirkung wegen der verschiedenen Fütterungsweise in den Einzelperioden nicht deutlich hervorgetreten.

3. Die Ausscheidung des Wassers ist im Koth, Harn und auf dem Wege der Verdunstung überall um so grösser, je reichlicher die Aufnahme war, im Koth jedoch absolut und relativ immer am grössten; hier betrug sie 40—47 pCt. der gesammten Wasseraufnahme in Futter und Tränke. Im Harn und in der Ex- und Perspiration ist die Menge des Wassers verhältnissmässig mehr schwankend.

4. Auffallend ist die besonders grosse Verdunstung des Wassers durch Lunge und Haut bei der Maisfütterung in Periode VII, im Vergleich mit dem Verhalten bei intensiver Haferfütterung in Periode VI und selbst bei ausschliesslicher Verabreichung von Wiesenheu. Die durchschnittliche Lufttemperatur war eine hohe, aber in allen 3 Perioden ziemlich gleich. Es scheint daher, dass grössere Gaben von Mais bei dem Pferd eine vermehrte Schweissbildung veranlassen, während die Ausscheidung von Wasser im Koth und Harn verhältnissmässig nicht so bedeutend ist.

Von den in Paris 1880/82 von GRANDEAU und LECLERC ausgeführten Versuchen (s. S. 49 ff. u. 74 ff.) sind noch diejenigen zu erwähnen, welche auf die Fortbewegung oder, wie wir hier sagen wollen, auf den „Marsch“ der Pferde im Schritt und Trab ohne alle sonstige Arbeitsleistung, sowie ausserdem auf die Arbeit der Thiere, ebenfalls im Schritt und Trab, zunächst am Göpel sich beziehen. Die verabreichte Futtermischung war in allen Versuchen dieselbe, wie sie auch zur Erhaltung der Thiere bei fast völliger Ruhe im Stalle diente; nur das Quantum dieser Futtermischung war verschieden und betrug in der Marschration $\frac{11}{10}$ und in der Arbeitsration $\frac{3}{2}$ von dem der Erhaltungsration (5736 *g*), oder da die letztere um $\frac{1}{10}$ vermindert (bis auf 5168 *g*), wie wir gesehen haben, noch als ausreichend sich erwies, davon beziehungsweise das reichlich $1\frac{1}{5}$ und das $1\frac{2}{3}$fache. Die dreierlei Rationen enthielten, bei gleicher prozentiger Zusammensetzung, von den einzelnen Futtermitteln folgende Mengen:

	Erhaltungs-ration *g*	Marsch-ration *g*	Arbeits-ration *g*	In Prozenten der Mischung pCt.
Wiesenheu . .	940	1148	1568	18,2
Haferstroh	508	620	848	9,8
Hafer	1772	2164	2952	34,3
Ackerbohnen . . .	380	464	632	7,3
Mais	1308	1600	2180	25,4
Maisölkuchen . . .	260	316	432	5,0
In Summa	5168	6312	8612	100,0

Die chemische Zusammensetzung dieser Futtermittel, wie sie zu verschiedenen Zeiten im Verlaufe der Versuche sich ergab, ist schon früher (s. S. 73) angegeben worden. Ebenso wie die Futterration war auch die Fortbewegung oder die Arbeitsleistung am Göpel von vornherein festgestellt, und zwar in der Weise, dass dieselbe täglich genau 4 Stunden dauerte, wenn sie im Schritt und 2 Stunden, wenn sie im Trab erfolgte, zur Hälfte Vormittags und zur Hälfte Nachmittags. Auch die Wegstrecke, welche hierbei zurückgelegt wurde, war immer fast gleich oder doch nur geringen Schwankungen unterworfen (s. u.).

1. Marsch-Versuche am Göpel, ohne Zugarbeit.

Man liess abwechselnd jedes Pferd, hinten an der Stange des Göpels lose angebunden, denselben Weg in derselben Zeit machen, wie das gleichzeitig vorn am Göpel ziehende Thier; es handelte sich also bei dem ersteren nur um den Kraftaufwand, welcher zur Fortbewegung des eigenen Körpers erforderlich war.

a) Marsch im Schritt.

	Pferd Nr. I		Pferd Nr. II		Pferd Nr. III	
Vorher[1]. . . .	Ruhe im Stall		Ruhe im Stall		Ruhe im Stall	
„ Gewicht:	435,7 *kg*		411,7 *kg*		433,5 *kg*	
	1.—26. Februar 1881		1.—31. Dezember 1880		1.—31. Januar 1881	
Weglänge . . .	18,254 *km*		18,996 *km*		20,763 *km*	
	1.—5.	6.—26.	1.—5.	6.—31.	1.—5.	6.—31.
	Februar		Dezember		Januar	
	438,5	437,3	411,0	413,3	430,0	428,8
	439,0	438,7	411,0	412,0	427,0	431,7
	437,0	435,8	413,0	412,4	426,0	431,4
	436,7	439,0	414,2	412,8	427,5	433,1
	436,8	439,1	414,0	413,7	431,0	435,0
		438,8		414,7		436,5
		438,0		414,7		435,7
				414,1		435,3
				414,0		435,5

Die Thiere hatten in der vorausgehenden Versuchsperiode sämmtlich die stärkere Erhaltungsration (5736 *g* der Futtermischung) verzehrt; sie befanden sich daher auch im Beginn des neuen Versuches in einem guten Ernährungszustande. Für die ersten 5 Tage des Versuches, gleichsam für die Zeit der Angewöhnung des Thieres an die mehr oder weniger veränderten Verhältnisse ist das Lebendgewicht für jeden Tag einzeln aufgeführt, für den übrigen oder Haupttheil der Periode dagegen stets im Mittel der Wägungen von 3 zu 3 Tagen.

Bezüglich des Lebendgewichtes bemerkt man in den obigen, wie überhaupt in allen Pariser Versuchen, von denen hier die Rede ist, oft beträchtliche Schwankungen, wie sie in den Hohenheimer Versuchen von einem Tage zum andern oder von 3 zu 3 Tagen nur selten vorgekommen sind. Aber gleichwohl zeigen die vorstehenden Zahlen deutlich genug, dass das Lebendgewicht bei allen 3 Pferden etwas, wenn auch nur unbedeutend (um 2—3 *kg*) zunahm und in der zweiten Hälfte der Versuchsperiode fast ganz konstant blieb; es war daher die verabreichte Futterration unter den vorhandenen Verhältnissen völlig, selbst etwas reichlich genügend zur Erhaltung der Thiere in einem guten Ernährungszustande.

Verzehrt und aus dem Futter verdaut wurde durchschnittlich pro Tag.

(Siehe Tabelle S. 112.)

Die in Paris benutzten Pferde hatten einen weit rascheren Schritt als das Hohenheimer Versuchspferd; bei dem letzteren war bei der Fortbewegung im Schritt die Geschwindigkeit pro Sekunde im Durchschnitt der 8 Einzelversuche

---

1) „Vorher“ bezieht sich auf das Verhalten des Thieres in der vorhergehenden Periode, die ebenfalls gewöhnlich die Dauer von 1 Monat hatte; das hierfür angegebene Lebendgewicht des Thieres ist das Mittel der Wägungen an den 9 letzten Tagen dieser vorhergehenden Versuchsperiode.

Verzehrt	Organ. Substanz	Roh-protein	Fett	Cellu-lose	a Glu-cose	b Amidon	c Unbest. Stoffe	Nfr. Ex-traktstoffe a + b + c
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Pferd Nr. I . .	5160,26	646,84	170,51	634,50	75,17	2748,22	885,02	3708,41
„ „ II . .	5142,20	636,22	165,83	656,96	74,64	2752,70	855,85	3683,19
„ „ III . .	5032,60	628,79	161,23	631,97	72,65	2675,16	862,81	3610,62
Mittel	5111,69	637,28	165,86	641,14	74,15	2725,36	867,89	3667,47
Verdaut.								
Pferd Nr. I . .	3768,04	490,03	118,75	294,89	75,17	2323,70	465,50	2864,37
„ „ II . .	3660,81	446,23	80,54	288,48	74,64	2302,61	468,28	2845,53
„ „ III . .	3650,64	476,49	96,90	263,96	72,65	2246,50	493,74	2812,89
Mittel	3693,16	471,05	98,73	282,44	74,15	2290,94	475,84	2840,93
Desgl. in pCt. .	72,05	73,91	59,64	44,05	100	84,06	54,83	77,47

des Jahres 1886/87 = 0,861 *m*, bei den ersteren dagegen in den obigen 3 Versuchen und ganz ähnlich auch in den Arbeitsversuchen am Göpel = 1,268 bis 1,319 und 1,442 *m* oder durchschnittlich 1,343 *m*, d. h. um das $1\frac{1}{2}$fache grösser. Je mehr aber die Geschwindigkeit der Fortbewegung des Pferdes zunimmt, desto weniger scheint die darauf hauptsächlich beruhende Rechnungsweise für den erforderlichen Kraftaufwand (in Kilogrammmetern pro Sekunde = $\frac{1}{2}\, mv^2$) genau zutreffende Resultate zu liefern. Gesammtnährstoff, wobei das verdaute Fett mit 2,4 multiziplirt worden ist, nebst Kraftaufwand (Arbeitsleistung) etc. berechnen sich für die hier zunächst in Rede stehenden 3 Versuche:

	Gesammt-nährstoff	Nährstoff-verhältniss	Kraft-aufwand		Nährstoff-äquival.	Nährstoff-rest	Lebend-gewicht[1])	Auf 500 *kg*
	g		*kgm*		*g*	*g*	*kg*	*g*
Pferd I . .	3934,29	1 : 7,03	515434	=	604	3330	(436,7)	3813
„ II . .	3773,34	1 : 7,46	528307	=	619	3154	(413,5)	3814
„ III . .	3786,30	1 : 6,94	663408	=	776	3010	(434,6)	3463
Mittel	3831,31	1 : 7,14	569050	=	666	3165	(428,3)	3697

Von dem hier gefundenen Nährstoffrest muss nun noch die verdaute Cellulose, als anscheinend unwirksam für die Kraftproduktion im Thierkörper, abgezogen werden; man erhält dann:

	Nähr-stoff		Verdaute Cellulose		Nährstoff-rest	Auf 500 *kg* Lebendgewicht
	g		*g*		*g*	*g*
Pferd I	3330	–	295	=	3035	3475
„ II	3154	–	289	=	2865	3460
„ III	3010	–	264	=	2746	3160
Mittel	3165	–	283	=	2882	3365

Durchschnittlich ist das auf 500 *kg* Lebendgewicht berechnete Nährstoffquantum im reinen Erhaltungsfutter ein klein wenig grösser, als nach unseren früheren Berechnungen und Erörterungen erforderlich wäre; aber das Plus ist doch zu unbedeutend, als dass dadurch die bei allen 3 Thieren ziemlich deutliche, wenn auch nur geringe Gewichtszunahme im Verlaufe der betreffenden Versuche hinreichend sich erklärte. Ich halte vielmehr die für die Pferde Nr. I und II

1) Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen das Lebendgewicht des Thieres im Mittel der ganzen Versuchsperiode.

gefundenen, unter sich sehr genau übereinstimmenden Zahlen (3475 u. 3460 *g*) für die richtigeren, während die Nährstoffmenge für Pferd Nr. III aus irgend einem Grunde zu niedrig ausgefallen zu sein scheint; wäre die Geschwindigkeit des Schrittes keine grössere, sondern dieselbe gewesen, wie bei den zwei anderen Thieren, so hätte sich auch ein besser stimmendes Rechnungsresultat ergeben.

b) Marsch im Trab.

	Pferd Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3	
Vorher	Ruhe im Stall		Ruhe im Stall		Arbeit im Schritt	
„ Gewicht	438,6 *kg*		410,5 *kg*		444,1 *kg*	
	6. April—7. Mai.		8. Mai — 7. Juni.		6. März — 5. April.	
Weglänge	20, 126 *km*		17, 745 *km*		18, 448 *km*	
	6. April bis 11. April.	12. April bis 7. Mai.	8. Mai bis 12. Mai	13. Mai bis 7. Juni	6. März bis 10. März	11. März bis 5. April
	433,5	433,4	408,3	408,3	441,0	437,1
	436,5	426,4	407,6	408,6	439,1	437,5
	438,3	422,6	407,3	409,2	437,0	435,5
	438,1	420,2	407,0	409,1	437,5	434,4
	437,0	421,8	407,0	406,5	437,5	434,3
	435,7	424,7		404,8		434,8
		425,9		405,7		433,2
		422,9		406,6		431,6
		423,4		405,1		432,4

Alle 3 Thiere haben gegenüber dem Gewicht am Schluss (im Durchschnitt der Wägungen an den 9 letzten Tagen) der vorhergehenden Periode abgenommen, Nr. 1 und 3 am meisten, Nr. 2 weniger; auch ist das den hier vorhandenen Verhältnissen entsprechende Lebendgewicht niedriger als in den Versuchen bei Marsch im Schritt (s. Ia). Dies ist leicht begreiflich, wenn man bedenkt, dass das Pferd zur Fortbewegung im Trab vermuthlich einen grösseren Kraftaufwand gebrauchte, und namentlich wenn man beachtet, dass in Folge der rascheren Bewegung aus der gleichen Futterration weniger verdaut wurde, wie schon früher (s. S. 53) erwähnt wurde und auch aus der folgenden Zusammenstellung deutlich hervorgeht.

Verzehrt	Organ. Substanz *g*	Roh-protein *g*	Fett *g*	Cellulose *g*	a Glucose *g*	b Amidon *g*	c Unbest. Stoffe *g*	Nfr. Extrakt-stoffe a+b+c *g*
Pferd Nr. I . .	5 140,36	638,55	165,99	646,95	72,36	2 744,68	871,83	3 688,87
„ „ II . .	5 196,67	649,07	169,26	652,27	72,19	2 796,48	857,40	3 726,07
„ „ III . .	5 140,36	638,55	165,99	646,95	72,36	2 744,68	871,83	3 688,87
Mittel . .	5 159,13	642,06	167,08	648,72	72,30	2 761,95	867,02	3 701,27
Verdaut								
Pferd Nr. I . .	3 560,71	451,58	98,97	248,62	72,36	2 375,94	313,24	2 761,54
„ „ II . .	3 559,59	422,93	76,04	256,30	72,19	2 419,70	312,43	2 804,32
„ „ III . .	3 573,64	448,35	87,61	263,90	72,36	2 379,14	322,28	2 773,78
Mittel . .	3 564,65	440,95	87,54	256,27	72,30	2 391,39	315,98	2 779,88
Desgl. in pCt. . .	69,09	68,68	52,39	39,50	100	86,59	36,44	75,11

An organischer Futtersubstanz sind hier 128,5 und an Gesammtnährstoff 144,1 *g* weniger verdaut worden, als in den Versuchen von Ia, und die verhältnissmässig nur geringe Abnahme im Lebendgewicht der Thiere scheint nicht die Folgerung zu rechtfertigen, dass der Ernährungszustand sehr *beträchtlich* sich verschlechtert hätte und also für die Erhaltung desselben gar zu wenig Nährstoff vorhanden gewesen wäre. Wenn man annimmt, dass die Pferde nicht im Trab, sondern ebenso wie bei den Versuchen von Ia im gleichmässigen Schritt sich fortbewegt, mithin den angegebenen Weg nicht in 2, sondern in 4 Stunden zurückgelegt hätten, so würde die Geschwindigkeit pro Sekunde resp. zu 1,399 — 1,232 und 1,281 *m* sich berechnen, und man erhielte für Kraftaufwand etc. folgende Zahlen:

	Gesammt-nährstoff *g*	Nährstoff-verhältniss	Kraft-aufwand *kgm*		Nährstoff-äquival. *g*	Nährstoff-rest *g*		Auf 500 *kg* Lebendgw. *g*
Pferd I .	3699,27	1:7,19	610114	=	714	2985	(424,6)	3503
„ II	3666,05	1:7,67	453802	=	531	3135	(407,1)	3850
„ III .	3696,29	1:7,24	521885	=	611	3085	(434,6)	3552
Mittel . .	3687,20	1:7,37	528600	=	619	3068	(422,1)	3635

Ferner mit Abzug der verdauten Cellulose:

	Nähr-stoff *g*		Verdaute Cellulose *g*		Nährstoff-Rest *g*	Auf 500 *kg.* Lebendgew. *g*
Pferd I . .	2985	—	249	=	2736	3222
„ II . .	3135	—	256	=	2879	3536
„ III . .	3085	—	264	=	2821	3263
Mittel . .	3068	—	256	=	2812	3334

Dies giebt also eine Zahl, welche fast genau dem Erhaltungsfutter von 500 *kg* Lebendgewicht des Pferdes entspricht, und wenn auch das Nährstoffquantum von 3334 *g* durch den Umstand sich etwas vermindert, dass unter den vorhandenen Verhältnissen eine deutliche Abnahme im Lebendgewicht oder im Ernährungszustande der Thiere erfolgte, so kann diese Verminderung doch wohl höchstens zu etwa 100 *g* veranschlagt werden, was freilich mit einiger Sicherheit nur durch den direkten Versuch, durch entsprechende Erhöhung der Futterration zu ermitteln gewesen wäre. Wollte man aber die wirkliche Geschwindigkeit, welche durchschnittlich = 2,608 *m* pro Sekunde betrug, hier in Rechnung bringen, so würde man für die Kraftleistung 1053936 *kgm*, entsprechend 1234 *g* Nährstoff, erhalten und auf 500 *kg* Lebendgewicht hätte man alsdann als Schlussresultat der Rechnung anstatt 3334 nur 2603 *g* Nährstoff, d. h. ein viel zu kleines Quantum. Es ergiebt sich hieraus, dass mit der Geschwindigkeit in der Fortbewegung des Pferdes keineswegs *im gleichen Verhältniss* auch der dazu mehr erforderliche Kraftaufwand zunimmt, sondern in einem geringeren Grade. Dies ist schon von vornherein zu vermuthen, weil bei der raschen Bewegung im Trab und Galopp ein Theil der zum Heben der Füsse und des Körpers nöthigen Kraft für den nächstfolgenden Schritt erhalten bleibt, durch den Schwung des Körpers gleichsam ersetzt wird. In vorliegendem Falle war offenbar der Kraftaufwand für die Fortbewegung des Pferdes im Trab, bei ziemlich gleicher Wegstrecke nicht viel, vielleicht höchstens um $\frac{1}{6}$ grösser als

für die Fortbewegung im gleichmässigen Schritt. Hierbei ist freilich zu beachten, dass es sich überhaupt nur um eine höchst geringe Tagesarbeit oder Kraftleistung handelte, indem das Pferd, ohne irgend eine Last zu tragen oder zu ziehen, nur seinen eigenen Körper im Schritt täglich 4 Stunden und im Trab 2 Stunden lang fortbewegte, den übrigen Theil des Tages aber in völliger Stallruhe verblieb. Das Verhalten ist jedenfalls ein wesentlich anderes, wenn das Pferd im Schritt und im Trab eine mehr oder weniger angestrengte *Arbeit* zu leisten hat; vielleicht geben darüber die weiteren, in Paris ausgeführten Versuche einige Auskunft.

IIa. Arbeit im Schritt am Göpel.

Die Zugkraft, welche in diesen Versuchen eingehalten wurde, war eine geringe und entsprach ungefähr derjenigen Kraft, mit welcher das Pferd an einer gewöhnlichen Droschke auf ebener Strasse zu ziehen hat; dieselbe betrug bei Pferd Nr. I vom 1.—20. Dezember 33,33 *kg*, vom 21.—31. Dezember 21,77 *kg*, bei den zwei anderen Thieren dagegen während der ganzen Dauer der Versuchsperiode nur etwa 21 *kg*. Die Arbeitszeit am Göpel dauerte wiederum im Schritt genau 4 Stunden, im Trab 2 Stunden pro Tag. Die tägliche Futterration war = 8612 *g*. An den ersten 5 Tagen einer jeden Versuchsperiode habe ich das Lebendgewicht der Thiere von jedem Tage besonders aufgeführt, für den übrigen, grösseren Theil der Periode immer im Mittel von 3 zu 3 Tagen.

	Pferd Nr. I		Pferd Nr. II		Pferd Nr. III	
Vorher	Ruhe im Stall		Marsch im Schritt		Marsch im Schritt	
„ Gewicht:	435,4 *kg*		414 *kg*		435,5 *kg*	
	1.—31. Dez. 1880		1.—31. Jan. 1881		1. Febr.—3. März	
Weglänge . . .	19,345 *km*		20,185 *km*		18,507 *km*	
Pferdezug . . .	21,770 *kg*		20,896 *kg*		21,368 *kg*	
	1.—5.	6.—31.	1.—5.	6.—31.	1.—5.	6. Febr. bis
	Dezember		Januar		Februar	3. März
	434,0	438,8	415,5	407,2	436,0	438,6
	437,0	432,5	417,5	409,8	436,5	438,2
	436,7	434,9	412,5	411,4	435,0	436,7
	435,0	436,0	410,0	409,8	438,8	438,8
	438,0	435,0	409,5	412,7	439,3	440,7
		438,0		410,3		440,7
		440,6		411,4		443,1
		440,0		415,4		442,4
				416,3		446,9

Bei allen 3 Thieren hat, wenigstens in der zweiten Hälfte der Versuchsperiode, eine Zunahme des Lebendgewichtes stattgefunden, am meisten bei dem Pferd Nr. 3, bei Nr. 1 erst, nachdem am 21. Dezember die Zugkraft von 33,33 bis auf 21,77 *kg* ermässigt worden war. Die Futterration war also für die Arbeitsleistung reichlich genügend, wie auch deutlich genug aus den Untersuchungen über die Verdaulichkeit oder den Nährstoffgehalt des verabreichten Futters sich ergab.[1])

1) Das Pferd Nr. 1 hinterliess im Durchschnitt pro Tag 62,98 und Nr. 2 214,06 *g* Trockensubstanz an Futterresten, während Nr. 3 stets alles verzehrte. Die Futterreste wurden analysirt und deren Bestandtheile in geeigneter Weise in Abzug gebracht.

Verzehrt	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Fett g	Cellulose g	a Glucose g	b Amidon g	c Unbest. Stoffe g	Nfr. Extrakt-stoffe a + b + c g
Pferd Nr. I . .	6 975,62	860,52	224,99	892,84	96,61	3 736,62	1 160,18	4 993,41
„ „ II . .	6 821,49	853,55	220,88	860,71	99,76	3 623,26	1 163,33	4 886,35
„ „ III . .	7 040,40	882,23	232,71	866,45	102,51	3 748,15	1 208,35	5 059,01
Mittel .	6 945,84	865,43	226,19	873,33	99,63	3 702,68	1 177,29	4 979,59
Verdaut								
Pferd Nr. I . .	5 051,73	634,27	139,69	417,34	96,61	3 189,81	570,16	3 856,58
„ „ II . .	4 662,55	576,24	136,11	336,59	99,76	2 958,44	555,41	3 613,61
„ „ III . .	4 895,62	658,05	145,67	281,96	102,51	3 075,15	632,28	3 809,94
Mittel . .	4 869,97	622,85	140,49	345,30	99,63	3 074,47	585,95	3 760,04
Desgl. in pCt. . .	70,12	71,97	62,11	39,54	100	83,03	49,96	75,51

Nach der von uns angenommenen Rechnungsweise erhält man folgende Zahlen, wobei jedoch für die Zugarbeit am Göpel einfach die im französischen Originalbericht angegebenen Grössen (Weglänge multiplizirt mit der Zugkraft) benutzt worden sind.

	Gesammt-nährstoff g	Nährstoff-verhältniss	Kraftaufwand für Fortbewegung kgm	Arbeit am Göpel kgm	Summa kgm	Nährstoff-äquivalent g
Pferd No. I .	5243,45	1 : 7,27	578779 +	552504 =	1,131283	1325
„ „ II .	4853,10	1 : 7,42	593669 +	421780 =	1,015449	1189
„ „ III .	5099,56	1 : 6,75	535536 +	395429 =	930965	1090
Mittel . .	5065,37	1 : 7,15	569327 +	456571 =	1,025898	1201

	Nährstoff-rest a g	Auf 500 *kg* Lebendgewicht g	Verdaute Cellulose g	Nährstoff-rest b g	kg	Auf 500 *kg* Lebendgewicht g
Pferd No. I .	3919	4484	417	3502	(437,0)	4007
„ „ II .	3664	4454	337	3327	(411,3)	4045
„ „ III .	4010	4550	282	3728	(440,7)	4230
Mittel . .	3864	4496	345	3519	(429,7)	4094

Die Futterration war viel zu stark und ist durch die Arbeitsleistung bei Weitem nicht ausgenutzt worden, wie man aus der Berechnung des Nährstoffrestes auf 500 *kg* Lebendgewicht des Pferdes vor und namentlich nach Abzug der verdauten Cellulose deutlich ersieht; in letzterem Falle ergiebt sich, dass das tägliche Futter 7—800 *g* mehr an Nährstoff enthielt, als erforderlich war, um die Thiere bei der ihnen zugemutheten Arbeitsleistung in einem mittleren Ernährungszustande unverändert zu erhalten. Der Ueberschuss an Nährstoff war bei dem Pferd Nr. 3 ein besonders grosser und zeigte auch in der relativ raschen und regelmässigen Zunahme des Lebendgewichtes seine spezifische Wirkung.

b) Arbeit im Trab am Göpel.

In diesen Versuchen war die Länge des zurückgelegten Weges und die Zugkraft am Göpel fast dieselbe, wie in den Versuchen von IIa; der einzige

Unterschied bestand darin, dass die Arbeit im Trab statt im Schritt verrichtet wurde und täglich nur 2 anstatt 4 Stunden lang dauerte. Mit jedem Thier wurde der Versuch zweimal gemacht, bei Nr. 1 in aufeinander folgenden, bei Nr. 2 und 3 in nicht aufeinander folgenden Monaten. Die Lebendgewichte sind hier überall im Mittel von 3 zu 3 Tagen aufgeführt. Die Tagesration war wiederum = 8612 *g* der bekannten Futtermischung. [1])

	Pferd Nr. I		Pferd Nr. II		Pferd Nr. III	
	a)	b)	a)	b)	a)	b)
Vorher	Marsch im Trab	Arbeit im Trab	Ruhe im Stall	Marsch im Trab	Marsch im Trab	Ruhe im Stall
„ Gewicht =	424,1	426,5	411,3	405,8	432,4	440,0
	8. Mai bis 7. Juni	8. Juni bis 9. Juli	6 März bis 5. April	8. Juni bis 9. Juli	6. April bis 7. Mai	8. Juni 9. Juli
Weglänge . . .	21,256 *km*	21,039 *km*	20,805 *km*	20,773 *km*	20,126 *km*	18,898 *km*
Pferdezug . . .	20,732 *kg*	20,666 *kg*	20,836 *kg*	20,666 *kg*	20,722 *kg*	20,666 *kg*
	425,0	427,4	410,7	408,3	435,9	432,5
	423,5	428,3	414,3	409,0	436,4	435,7
	426,7	433,2	413,1	409,6	434,1	438,3
	427,3	432,9	410,8	407,5	432,3	440,0
	427,7	434,0	408,3	409,1	431,7	440,8
	432,2	432,1	404,9	408,8	435,8	441,8
	433,3	430,2	405,7	407,2	433,5	439,9
	430,1	430,0	405,4	408,0	435,7	440,8
	430,8	429,2	405,4	408,7	435,7	437,6
	423,4	429,1	405,3	407,2	432,9	437,3
	425,2	429,5	405,5	407,1	433,0	438,1

Diese Versuche gewähren ein besonderes Interesse wegen ihrer grösseren Anzahl und weil überall Weglänge und Pferdezug fast genau gleich war, auch weil sämmtliche Thiere offenbar in einem Ernährungszustande sich befanden, welcher nach allen hier vorliegenden Beobachtungen als ein mittlerer angesehen werden kann. Im Lebendgewicht der Thiere sind beträchtliche Schwankungen vorhanden, aber man sieht doch mit grosser Deutlichkeit, dass ein etwaiges Fallen durch darauf folgendes Steigen und umgekehrt wieder ausgeglichen wurde, dass also der Ernährungszustand fast ganz konstant blieb und die verabreichte Futterration ziemlich genau der Arbeitsleistung entsprach. Nur in Versuch 2a ist eine merkliche Abnahme im Lebendgewicht eingetreten und hat sich dieses längere Zeit hindurch um einige Kilogramme niedriger gehalten; das betreffende Pferd hinterliess aber gerade in diesem Versuch beträchtliche Futterrückstände, so dass die Nährstoffmenge im wirklich verzehrten Futter pro Tag durchschnittlich um 2—300 *g* geringer war als in Versuch 2b, wo die vorgelegte Ration immer vollständig aufgezehrt wurde und das Lebendgewicht wiederum etwas anstieg und während der ganzen Versuchsperiode auf gleicher Höhe verblieb.

(Siehe Tabelle S. 118.)

Als Gesammtleistung findet man, wenn man nämlich in diesen Versuchen für die Fortbewegung des Körpers der Thiere die wirkliche Geschwindigkeit

1) Die Futterreste, auf Trockensubstanz berechnet, betrugen im Durchschnitt pro Tag: Versuch Ia = 63,46 *g*, in IIa = 476,05 *g*, in IIIa = 25,47 und in IIIb = 157,02 *g*; in den Versuchen Ib und IIb wurde stets alles verzehrt.

Verzehrt	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Fett g	Cellu-lose g	a Glu-cose g	b Amidon g	c Unbest. Stoffe g	Nfr. Ex-traktstoffe a + b + c g
Pferd Ia . . .	7029,73	874,94	228,81	884,60	97,81	3784,95	1158,63	5041,39
„ Ib . . .	7090,18	885.28	230,97	890,72	98,45	3814,11	1170,65	5083,21
Mittel . .	7059,96	880,11	229,89	887,66	98,13	3799,53	1164,64	5062,30
Pferd IIa . . .	6563,57	815,65	212,94	815,49	94,75	3540,74	1084,00	4719,49
„ IIb . . .	7090,18	885,28	230,97	890,72	98,45	3814,11	1170,65	5083,21
Mittel . .	6826,88	850,47	221,96	853,11	96,60	3677,43	1127,33	4901,35
Pferd IIIa . . .	6988,53	865,83	244,29	882,22	98,53	3727,62	1190,04	5016,19
„ IIIb . .	6940,98	863,99	225,32	874,73	96,76	3740,05	1140,13	4976,94
Mittel . .	6964,76	864,91	234,81	878,48	97,65	3733,84	1165,09	4996,57
Mittel I—III . .	6950,53	865,16	228,89	873,08	97,48	3736,93	1152,35	4986,74
Verdaut.								
Pferd Ia . . .	4634,03	573,21	127,60	304,15	97,81	3198,27	332,99	3629,07
„ Ib . . .	4723,12	615.09	132,84	279,11	98.15	3238,66	358,97	3696,08
Mittel . .	4678.58	594.15	130.22	291,63	98,13	3218,47	345,98	3662,58
Pferd IIa . . .	4489,65	520,01	113,93	320,43	94,75	3064,12	376,41	3535,28
„ IIb . . .	4758,06	564,31	118,96	329,35	98,45	3274,94	372,05	3745,44
Mittel . .	4623 86	542,16	116,45	324,89	96,60	3169,53	374,23	3640,36
Pferd IIIa . . .	4608,72	608,44	125,23	254,75	98,53	3162,37	359,40	3620,30
„ IIIb. . .	4551,64	584,25	132,53	240,21	96,76	3176,22	321,67	3594,65
Mittel . .	4580,18	586,35	128,88	247,48	97,65	3169,30	340,54	3607,48
Im Mittel aller Versuche in *g* . .	4627,54	574 22	125,18	288,00	97,48	3185,77	353,58	3636,81
Desgl. in pCt. .	66,58	66,37	54,69	28,34	100	82,58	30,68	72,93

derselben, wie sie bei ziemlich raschem Trab beobachtet wurde, der Rechnung zu Grunde legt:

	Gesammt-nähr-stoff g	Nährstoff-ver-hältniss	Geschwin-digkeit pr. Sek. m	Kraftaufwand für Fortbe-wegung kgm	Arbeit am Göpel kgm	Summa kgm	Nährstoff-äqui-valent g
Pferd Ia . .	4812,67	1 : 7,40	2,952	1,370887 +	440893 =	1,811780	2122
„ Ib . .	4889,10	1 : 6,95	2,922	1,350252 +	435286 =	1,785538	2091
Pferd IIa . .	4649.15	1 : 7,94	2,890	1,247472 +	433591 =	1,681063	1968
„ IIb . .	4924,60	1 : 7,73	2,885	1,246752 +	429332 =	1,676084	1963
Pferd IIIa . .	4784,04	1 : 6,86	2,795	1,242144 +	416598 =	1,658742	1942
„ IIIb . .	4737,18	1 : 7,11	2.624	1,111392 +	390815 =	1,502207	1759
Mittel I—III	4799,46	1 : 7,33	2,845	1,261483 +	424419 =	1,685902	1974

	Nährstoff-rest a g	Auf 500 *kg* Lebdgew. g	Verdaute Cellulose g	Nährstoff-rest b g	kg	Auf 500 *kg* Lebdgew. g
Pferd Ia . . .	2691	3139	304	2387	(428,6)	2787
„ Ib . . .	2798	3245	279	2519	(431,2)	2944
Pferd IIa . . .	2681	3292	320	2361	(407,2)	2899
„ IIb . .	2962	3629	329	2633	(408,1)	3177
Pferd IIIa . . .	2842	3276	255	2587	(433,7)	2982
„ IIIb . . .	2978	3389	240	2738	(439,4)	3116
Mittel . .	2825	3328	288	2537	(424,7)	2984

Die hier schliesslich gefundene Nährstoffmenge = 2984 *g* ist für die Erhaltung von 500 *kg* Lebendgewicht — ohne alle Arbeitsleistung, aber bei normalem Ernährungszustand — um 3—400 *g* zu niedrig und liefert wiederum einen Beweis dafür, dass die grössere Geschwindigkeit der Fortbewegung des Pferdes und der dadurch erhöhte Kraftverbrauch nicht in einem geraden Verhältniss zu einander stehen, dass vielmehr der letztere relativ langsamer zunimmt als die erstere (vgl. S. 114). Die für die Fortbewegung des Pferdes im Trab, nach der gewöhnlichen Formel berechnete Zahl, im vorliegenden Falle durchschnittlich = 1,261483 *kgm*, ist offenbar zu gross. Wäre derselbe Weg bei gleicher Zugkraft im gleichmässigen Schritt und in der doppelten Zeit, also in 4 Stunden zurückgelegt worden, so hätte die Berechnung für den dazu nöthigen Kraftaufwand genau die halb so grosse Zahl, nämlich 630742 *kgm* ergeben. Nimmt man nun beispielsweise an, dass die Fortbewegung des Pferdes mit der doppelten Geschwindigkeit nicht auch den doppelten, sondern nur den $1\frac{1}{2}$ fachen Kraftaufwand erfordert, so würde also dieser in dem zuletzt erwähnten Versuchen 630742 + 315371 = 946113 *kgm* betragen und man hätte für die gesammte Arbeitsleistung in den Trabversuchen durchschnittlich 946113 + 424419 = 1370531 *kgm*, welche an Nährstoff 1605 *g* entsprechen. Wir haben also jetzt

4800 — 1605 = 3195 — 288 = 2907 (424,7) oder
auf 500 *kg* Lebendgewicht 3422 *g* Nährstoff.

Diese Zahl ist gegenüber der von uns gefundenen und vorläufig angenommenen Mittelzahl (3350) etwas zu gross, während bei Annahme einer Kraftsteigerung um $1\frac{2}{3}$ anstatt $1\frac{1}{2}$ die betreffende Nährstoffmenge zu 3278 *g* sich berechnet; das Mittel beider Zahlen würde also genau 3350 betragen. Selbstverständlich kann eine solche Rechnung niemals ganz zuverlässige, sondern höchstens nur annähernd richtige Resultate geben; auch wird vermuthlich die Steigerung des Kraftaufwandes sehr verschieden sein, je nach dem Grade der Geschwindigkeit und namentlich je nach der Last, welche das Pferd zu ziehen oder zu tragen hat. Man wird hierüber erst durch fortgesetzte, sorgfältig ausgeführte und mannigfach modifizirte Versuche die wünschenswerthe Auskunft erhalten; jedenfalls aber muss bei der rascheren Fortbewegung des Thieres ein Theil des dazu theoretisch nöthigen Kraftaufwandes erspart werden oder überhaupt eine andere Rechnungsweise Anwendung finden, weil man sonst zu Nährstoffmengen gelangt, welche mit der allgemeinen Erfahrung durchaus nicht in Einklang zu bringen sind, wie folgendes Beispiel zeigen mag.

Im Allgemeinen nimmt man in der Praxis an, dass die Geschwindigkeit des Pferdes pro Sekunde beträgt:

im Schritt	1,25 *m*	im kurzen Galopp	5,00 *m*
„ Mitteltrab . . .	2,50 „	„ Jagdgalopp	6,25 „
„ gestrekten Trab .	3,75 „	„ gestreckten Galopp . .	7,50 „

Die mittlere Kraftanstrengung kann nach RUEFF[1]) durchschnittlich bei einem ausgewachsenen, gehörig intensiv gefütterten Pferde 8 Stunden im Tag andauern; es kann beispielsweise ein Pferd von 400 *kg* Lebendgewicht 80 *kg* mit 1,25 *m* Geschwindigkeit pro Sekunde 8 Stunden lang ohne Nachtheil tragen, also dabei einen Weg von 36 *km* zurücklegen. Diese mittlere Dauer kann

1) „Die natürlichen Bedingungen für die Leistungsfähigkeit des Pferdes.“ (Landw. Wochenbl. d. k. k. Ackerbauministeriums. Wien 1870).

gesteigert werden; wenn aber zugleich durch Last und Schnelligkeit die Kraft mehr in Anspruch genommen wird, so entsteht Abnutzung. Im Fall vielleicht $\frac{1}{4}$ an Last oder $\frac{1}{4}$ an Schnelligkeit zugelegt wird, so muss man die Zeitdauer der Arbeit um $\frac{1}{4}$ verkürzen und umgekehrt.

Nehmen wir ferner an, dass ein Reitpferd im mittleren Ernährungszustande 425 *kg* Lebendgewicht hat, mit Sattel und Reiter belastet aber 525 *kg* wiegt und täglich einen Weg von 33 *km* zurücklegt, so ergiebt unsere Rechnungsweise, wenn man dieselbe nicht allein für die Fortbewegung des Thieres im Schritt, sondern *ohne Veränderung* auch für Fortbewegung im Trab und im Galopp anwendet, folgendes Resultat:

Fortbewegung im	Schnelligkeit pr. Sek. *m*	Zeitdauer Sek.	Kraftaufwand pr. Sek. *kgm*	Kraftaufwand i. G. *kgm*		Nährstoffäquival. *g*
Schritt	1,25	26 400	41,828	1,104259	=	1293
Mitteltrab . . .	2,50	13 200	167,310	2,208490	=	2586
Jagdgalopp . . .	6,25	5 280	1018,920	5,379898	=	6300

Zu dieser Nährstoffmenge kommt noch dasjenige Quantum hinzu, welches zur Erhaltung des Thieres, abgesehen von aller Arbeitsleistung, erforderlich ist und für 425 *kg* Lebendgewicht auf 2848 *g* (für 500 *kg* = 3350 *g*) sich berechnet, so dass hiernach die Gesammtmenge von rohfaserfreiem Nährstoff im täglichen Futter bezw. 4141—5434 und 9148 *g* betragen müsste. Dies sind natürlich für den Nährstoffbedarf bei Fortbewegung im Mitteltrab, besonders aber im Jagdgalopp ganz unmögliche Zahlen; sie müssen als Aequivalent für den wirklichen Kraftverbrauch weit niedriger ausfallen. Schon die Pariser Versuche zeigten bei der Arbeitsleistung am Göpel, dass der Mehraufwand von Kraft für die Fortbewegung im Trab, gegenüber dem auf Grund unserer Formel erhaltenen Rechnungsresultat in Wirklichkeit fast auf die Hälfte sich ermässigte, und ähnlich wird es wohl auch für das mit dem Reiter belastete Pferd zutreffen. Wenn man also die *Differenz* im Kraftaufwand bei Fortbewegung im Schritt und im Trab nur $\frac{1}{2}$ so gross und ferner bei Fortbewegung im Schritt und im Jagdgalopp nur $\frac{1}{4}$ so gross annimmt, als die Rechnung nach unserer Formel ergiebt, so hat man im ersteren Falle (Trab) im vorliegenden Beispiel als wirklichen Kraftaufwand 1,104259 + 552130 = 1,656389 *kgm* (entsprechend 1940 *g* Nährstoff) und im zweiten Falle (Galopp) 1,104259 + 1,068913 = 2,173172 *kgm* (= 2545 *g* Nährstoff), wobei die Weglänge = 33 *km* immer dieselbe bleibt.

Eine so andauernde und ununterbrochene Bewegung im Trab und im Galopp (33 *km* weit) kommt nur ausnahmsweise vor; wird aber je $\frac{1}{3}$ des ganzen Weges im Schritt, Trab und Galopp zurückgelegt, so würde nunmehr die Rechnung ergeben:

Fortbewegung im	Zeitdauer Sek.	Kraftaufwand *kgm*		Nährstoffäquiv. *g*	Nährstoff f. Erhaltung *g*	Im Ganzen Nährstoff *g*
Schritt . . .	8 800	368086	=	431		
Trab . . .	4 400	552130	=	647	2848	4774
Galopp . . .	1 760	724391	=	845		
In Sa. . .	14 960	1,644607	=	1926	2848	4774

Bei Fortbewegung des Pferdes im gleichmässigen Schritt wäre auf 33 *km* Weglänge eine Zeitdauer von 7 Stunden 20 Minuten, bei je $\frac{1}{3}$ im Schritt, Trab

und Galopp eine solche von 4 Stunden 9 Minuten erforderlich. Der Gesammt-Nährstoffbedarf berechnet sich im ersteren Falle auf 4141 *g* (nach Abzug der verdauten Rohfaser), im letzteren auf 4774 *g* und würde dort durch eine Tagesration von 4 *kg* Wiesenheu guter Qualität und etwa 5 *kg* Hafer, hier durch 4 *kg* Heu und nahezu 6 *kg* Hafer gedeckt sein. Bei angestrengter Arbeitsleistung und bei anhaltend sehr rascher Fortbewegung, namentlich der Reitpferde, findet immer eine Abnutzung derselben statt, welche nur durch Ruhe oder entsprechend ermässigte Arbeit wieder ersetzt werden kann. Wenn z. B. die Militärpferde bei grossen Anstrengungen im Manöver nicht selten 66 *km*, also einen doppelt so weiten Weg, als oben angenommen wurde, an einem Tage zurücklegen und zwar wiederum je $\frac{1}{3}$ des Weges im Schritt, Trab und Galopp, so beträgt der hierzu im Ganzen erforderliche Kraftaufwand nicht weniger als 3,289200 *kgm* (Nährstoffäquivalent = 3852 *g* oder mit Einschluss des Erhaltungsfutters 3852 + 2848 = 6700 *g*). In der deutschen Armee wird den Pferden durchschnittlich pro Kopf und Tag eine Ration von nur $2\frac{1}{2}$ *kg* Wiesenheu, 5 *kg* Hafer nebst etwas Strohhäcksel, welcher für die Kraftproduktion des Pferdes nicht wesentlich in Betracht kommt; in dieser Ration sind kaum 4000 *g* von rohfaserfreiem Nährstoff enthalten, und man wird hiernach leicht begreifen, in wie hohem Grade die Militärpferde während der Manöverzeit in ihrem Ernährungszustande herunterkommen müssen, und dass jedesmal nach beendigtem Manöver ein sehr bedeutender Abgang von Thieren stattfindet, die für Militärzwecke nicht mehr brauchbar und auch sonst fast werthlos sind.

In den Pariser Versuchen wurde auch der *Harnstickstoff* bestimmt; es konnte daher ein Vergleich vorgenommen werden zwischen der Menge des aus dem Futter verdauten und des mit dem Harn aus dem Körper ausgeschiedenen Stickstoffes. Im Allgemeinen beobachtete man eine Zunahme des Lebendgewichtes bei dem Pferde, wenn die Menge des Stickstoffes im Harn sich verminderte, also ein vermehrter Ansatz von Eiweiss am Körper stattfand; aber es war dieses Verhalten nicht konstant und überhaupt auf einen solchen Vergleich hier wenig Gewicht zu legen, weil die Verdauung einer und derselben Futtermischung und selbst einer gleichen Tagesration, wie wir gesehen haben (vgl. S. 53 ff.), mehr oder weniger verschieden war in den Ruhe- und in den Arbeitsperioden und namentlich je nachdem die Fortbewegung und die Arbeitsleistung der Thiere im Schritt oder im Trab erfolgte. Es wird genügen, die für alle 3 Pferde durchschnittlich erhaltenen Versuchsergebnisse hier übersichtlich zusammenzustellen.

	a) Stickstoff im Futter *g*	b) Stickstoff verdaut *g*	c) Stickstoff im Harn *g*	Differenz von b u. c *g*	c in Proz. von a pCt.
Ruhe	93,405	68,691	58,320	10,371	62,44
Marsch im Schritt . . .	101,996	75,400	69,105	6,295	67,75
„ „ Trab	102,770	70,630	66,399	4,231	64,80
Arbeit im Schritt . . .	138,519	99,706	84,369	15,337	60,91
„ „ Trab	136,410	90,923	80,758	10,165	59,20

Von Interesse sind ferner die Untersuchungen des Harnes auf seine einzelnen organischen Stickstoffverbindungen, sowie auf den Gehalt an Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor.

	Harnstoff	Hippursäure	Kreatinin	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Chlor
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Ruhe	107,49	11,44	4,24	2,836	9,583	7,768
Marsch im Schritt .	123,49	12,00	5,20	3,074	12,256	9,883
„ „ Trab . .	129,10	12,08	4,41	—	—	—
Arbeit im Schritt .	150,40	15,08	5,11	3,142	16,519	11,242
„ „ Trab . .	156,23	16,94	5,15	—	—	—

Die Menge der Hippursäure ist eine relativ sehr geringe, und man sieht, dass das Mengenverhältniss zwischen dieser Substanz und dem Harnstoff weit mehr bedingt ist durch die Menge und Beschaffenheit des Futters, als durch die Art und Höhe der Arbeitsleistung. Bekanntlich wird die Bildung der Hippursäure im Körper des Rindviehes und der Pferde durch reichliche Fütterung dieser Thiere mit Wiesenheu und dem Stroh der Cerealien befördert, während die Bildung und somit auch die Ausscheidung im Harn sehr zurücktritt, wenn vorherrschend Heu von Klee und Luzerne, sowie auch grössere Rationen von leichtverdaulichen Kraftfutterarten und Wurzelgewächsen verabreicht werden. Gleichwohl ist es bemerkenswerth, dass infolge der rascheren Fortbewegung der Thiere im Trab, sowohl mit als ohne Arbeit am Göpel, eine zwar geringe, aber doch deutliche Zunahme der Menge des *Harnstoffes* und auch der *Hippursäure* im Harn stattgefunden hat, und zwar um so mehr, wenn man zugleich die mehrfach erwähnte und hier wiederum bezüglich der Gesammtmenge des Stickstoffes sehr bestimmt hervortretende Verdauungsdepression in den Trabversuchen gegenüber den Versuchen im Schritt, mit in Rechnung bringt. Bei dem *Kreatinin* ist eine solche konstante Differenz nicht vorhanden. Die Menge ferner der *Schwefelsäure* und des *Chlors* im Harn nimmt, wie zu erwarten war, ähnlich wie die Menge des Harnstoffes und der Hippursäure mit der erhöhten Tagesration zu, wenn auch nicht immer genau in dem gleichen Verhältniss; bei der *Phosphorsäure* ist jedoch diese Zunahme eine auffallend geringe und daher wohl anzunehmen, dass in den Versuchen, in welchen bei erhöhter Tagesration die Bewegung im regelmässigen Schritt und nicht im Trab erfolgte, ein Ansatz am Körper, wie von Eiweiss, so auch von Phosphorsäure stattgefunden hat.

Sehr deutlich ist in den vorliegenden Versuchen durch die gesteigerte Arbeit und die raschere Fortbewegung der Thiere die *Aufnahme und Ausgabe des Wassers*, ganz besonders in Verdunstung desselben durch Lunge und Haut, also auf dem Wege der Exspiration und der Perspiration erhöht worden. Im Durchschnitt nämlich der betreffenden Einzelversuche und der 3 Versuchsthiere fand man die folgenden Zahlen:

	Aufnahme in Futter u. Tränke	Ausgabe in Harn u. Fäces	Desgl. in Proz. der Aufnahme	Wasser exspirirt und perspirirt	Desgl. in Proz. der Aufnahme
	kg	*kg*	pCt.	*kg*	pCt.
Ruhe	10,537	7,801	74,06	2,733	25,94
Marsch im Schritt . .	11,557	8,513	73,66	3,044	26,34
Arbeit „ „ . .	17,971	11,361	63,22	6,610	36,78
Marsch im Trab . . .	15,542	8,807	54,77	7,735	45,23
Arbeit „ „ . . .	22,280	10,702	48,03	11,578	51,97

Die Lufttemperatur ist nicht angegeben, jedoch zeigte sich auch in diesen Versuchen, ebenso wie in Hohenheim, dass die Minima der Wasser-Aufnahme und Ausgabe bei Ruhe im Winter, die Maxima bei Arbeit im Sommer erfolgten. Bei erhöhter Wasseraufnahme, bedingt durch grössere Futterration, vermehrte

Arbeitsleistung und höhere Lufttemperatur ist die Wasserausscheidung in Harn und Fäces absolut fast immer gesteigert, relativ aber (in Prozenten der Wasseraufnahme) in weit höherem Grade vermindert, weil nämlich die Verdunstung durch Lunge und Haut sehr bedeutend zunimmt und dadurch eine immer grössere Menge des in Futter und Tränke aufgenommenen Wassers der Ausscheidung durch Harn und Koth entzogen wird. In den diesjährigen Hohenheimer Versuchen waren die absoluten und relativen Mengen des verdunsteten Wassers nicht so regelmässig steigend oder fallend, sondern bewegten sich, trotz verschiedener Futterration, Arbeitsleistung und Lufttemperatur meistens zwischen 25 und 30 pCt. der Wasseraufnahme (s. S. 109).

GRANDEAU und LECLERC haben ihre Versuche noch weiter ausgedehnt, indem sie die gleichen 3 Pferde, welche zu den bisher erwähnten Versuchen dienten, theils alle drei mit einander einen Lastwagen, theils auch einzeln eine gewöhnliche Droschke im üblichen Tagesdienste ziehen liessen. Da hierbei keine chemische Untersuchungen von Koth und Harn ausgeführt wurden und auch die Arbeitsleistung der Thiere nur annähernd genau zu ermitteln war, so will ich nur ganz kurz die Ergebnisse dieser Versuche andeuten.

1. *Arbeit am Lastwagen.* Die Arbeit bestand darin, dass die 3 Pferde zusammen eine bestimmte Strecke Weges den mit Futter beladenen Wagen und diesen leer wieder zurück zu ziehen hatten. Vor dem Beginn dieser Versuche liess man die Thiere vom 10.—31. Juli (1882), also 3 Wochen lang im Stalle stehen und zwar bei relativ reichlichem Futter, indem man ihnen die Ration der Marschversuche (s. o.) verabreichte, nämlich 6312 *g* der bekannten Futtermischung, während ein Quantum von 5168 *g* schon als ausreichend für die Erhaltung der Thiere im mittleren Ernährungszustande ohne Arbeitsleistung und bei fast völliger Ruhe im Stalle befunden worden war. Unter solchen Umständen ist es leicht begreiflich, dass eine rasche und beträchtliche Zunahme des Lebendgewichtes stattfand. Ich gebe hier und ebenso auch bei den noch weiter zu erwähnenden Versuchen die Zahlen für das Lebendgewicht der Kürze wegen stets im Mittel der Wägungen an 6 aufeinander folgenden Tagen, nur zuweilen am Schluss der betreffenden Periode im Mittel von 3 Tagen.

Pferd Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.
10. Juli = 426,7	= 406,4	= 437,5
11.—31. Juli	11.—31. Juli	11.—31. Juli
435,8	415,9	444,7
447,7	423,6	452,7
449,1	425,7	453,3
452,0	431,1	458,8

Die Thiere befanden sich also im Beginn der eigentlichen Versuche in einem sehr gut genährten Zustande; sie waren etwa 20 *kg* schwerer als ihrem mittleren Lebendgewicht entsprach. Die Arbeit am Lastwagen dauerte, alltäglich in gleicher Weise, zwei Monate hindurch, vom 1. August an bis zum 30. September und die Pferde verzehrten hierbei die schon früher, während der Arbeit am Göpel eingehaltene Tagesration = 8612 *g* der immer gleichen Futtermischung. Das Lebendgewicht der Thiere gestaltete sich nunmehr von 6 zu 6 Tagen:

Pferd Nr. 1.		Nr. 2		Nr. 3.	
1.—31. Aug.	1.—30. Sept.	1.—21. Aug.	1.—30. Sept.	1.—31. Aug.	1.—30. Sept.
447,1	431,0	426,6	414,8	444,0	427,5
444,8	428,3	425,5	412,8	444,6	423,8
436,7	428,2	419,9	412,4	439,5	423,3
438,1	428,5	419,0	411,5	435,4	421,7
432,0	426,0	416,0	411,5	431,5	422,2

In dem ersten Monat des Versuches hat bei jedem Thier eine rasche, in dem zweiten Monat eine langsame Abnahme des Lebendgewichtes stattgefunden, und schliesslich ist das letztere höchstens noch bei Nr. 2 ein ziemlich mittleres, bei den beiden anderen Pferden aber unter dem Mittel, und zwar bei Nr. 3 mehr als bei Nr. 1. Das Futter war nur genügend, um die Thiere in einem mässig, nicht ganz mittel guten Ernährungszustande zu erhalten, also durchschnittlich etwas, jedoch nur wenig zu gering. Ueber die Arbeitsleistung sind folgende Angaben gemacht, wobei zu bemerken ist, dass zu dem Gewicht der Ladung noch das Gewicht des Wagens mit 1295 *kg* hinzukommt:

	Gewicht der Last *kg*	Länge d. Weges *m*	Mittlere Zugkraft *kg*	Arbeits-leistung *kgm*	Dauer d. Arbeit Sek.	Schnelligkeit pr. Sekunde *m*
Mit Ladung	3195	3 208,45	144,21	462690	1 734	1,850
Ohne „	145	1 961,12	40,07	78582	963	2,030
Mit Ladung	3155	7 231,63	127,40	921309	3 540	2,043
Ohne „	145	6 715,50	50,44	338729	3 300	2,035
Mit Ladung	2970	6 543,07	117,30	767502	3 120	2,096
Ohne „	130	6 449,35	47,92	309020	3 120	2,067
In Summa pr. Tag	9740	32 109,12	—	2,877822	15 777	—

Das Mittel der Zugkraft betrug 89,627 *kg* und die mittlere Geschwindigkeit per Sekunde 2,035 *m*; die Arbeitsleistung = 2,877832 *kgm* vertheilt sich auf 3 Pferde, so dass auf jedes 959277 *kgm* kamen, wozu eine Zeit von 15 777 Sekunden oder von 4 Stunden und 23 Minuten gebraucht wurde. Zu dieser effektiven Arbeit ist noch der zur Fortbewegung des eigenen Gewichtes der Thiere erforderliche Kraftaufwand zu addiren, welcher bei 421,5 *kg* Mittelgewicht und bei 32,109 *km* Weglänge, sowie 2,035 *m* durchschnittlicher Geschwindigkeit pro Sekunde pro Pferd und Tag auf 1,303664 *kgm* sich berechnet. Hiernach würde also die Gesammtarbeit 2,262941 *kgm* betragen, welche 2650 *g* Nährstoff äquivalent sind. Aus dem Futter können höchstens 5065 *g* an Gesammtnährstoff verdaut worden sein (s. die Versuche IIa, Arbeit am Göpel im Schritt), wovon nach unserer Rechnungsweise für die verdaute Cellulose noch 349 *g* in Abzug zu bringen sind, so dass schliesslich in dem reinen Erhaltungsfutter pro Pferd nur 2066 *g* Nährstoff übrig bleiben. Dieses Quantum ist um etwa 750 *g* zu niedrig, denn erst bei 2816 *g* Nährstoff im Erhaltungsfutter für 421,5 *kg* Lebendgewicht findet man auf 500 *kg* des letzteren 3340 *g*, d. h. annähernd unsere Normalzahl = 3350. Man kann aber nicht wohl annehmen, dass das wirklich verabreichte Futter um so viel (750 *g* = reichlich $1\frac{1}{4}$ *kg* Hafer) zu gering gewesen ist; es hätte sonst das Lebendgewicht und der Ernährungszustand der Thiere bei der ihnen auferlegten Arbeitsleistung gewiss noch weit mehr abgenommen. Vielmehr ist zu beachten, dass bei einer mittleren Geschwindigkeit von 2,035 *m* pro Sekunde, wenn also ungefähr die Hälfte des ganzen Weges im Schritt und die andere Hälfte im Trab gemacht worden ist, die Rechnung auf Grund unserer Formel für den zur Fortbewegung des Pferdes erforderlichen Kraftaufwand ein zu hohes Resultat liefert (s. o.). Es wird daher auch im vorliegenden Falle die gefundene Differenz (= 750 *g* Nährstoff) zwischen dem wirklich verabreichten und dem Normalfutter wesentlich sich vermindern und vielleicht nur halb so gross sein. Jedenfalls war selbst unter Berücksichtigung dieses Umstandes das Futter nicht ganz genügend, und in der That wird auch mitgetheilt, dass die Pferde der betreffenden Gesellschaft in Paris bei

anhaltender Beschäftigung im Dienst eine etwas grössere Tagesration erhalten, die hier absichtlich ermässigt war.

2. *Arbeit an der Droschke.* Das Pferd wurde hierbei nur jeden zweiten Tag angespannt und zum gewöhnlichen Dienst in der Stadt benutzt; zwischen je zwei Arbeitstagen lag immer ein Tag völliger Ruhe im Stalle. Die Futterration war dieselbe, wie sie in allen Arbeitsversuchen Anwendung fand, nämlich im Durchschnitt = 8612 *g*, jedoch in der Weise vertheilt, dass man an den Arbeitstagen (im Dienste an der Droschke) etwas weniger, nur 7645 *g*, dagegen an den Ruhetagen im Stalle etwas mehr, 9580 *g* von der lufttrocknen Futtermischung verabreichte, wie es ähnlich bei allen Pferden der Gesellschaft geschieht, wenn sie einen Tag um den andern den Dienst an der Droschke versehen oder im Stalle ausruhen. Jeder Versuch dauerte stets 2 Monate lang und wurde mit Nr. 1 zweimal ausgeführt, weil bei dem ersten Versuch ein hinten an der Droschke angebundenes Pferd sich ziehen liess und daher eine besonders rasche Abnahme im Lebendgewicht des vorne am Wagen angespannten Pferdes bewirkte. Im Durchschnitt von jedesmal 6 aufeinander folgenden Tagen, also von je 3 Arbeits- und 3 Ruhetagen fand man:

	Pferd Nr. 1.				Nr. 2.		Nr. 3.	
	a		b					
Vorher:	—		Marsch		Marsch		Ruhe	
„ Gewicht	—		398,2		413,1		450,1	
	1.—31. Dez.	1.—31. Jan.	13. Juni bis 13. Juli	14. Juli bis 12. Aug.	1.—28. Febr.	1.—31. März	12. April bis 12. Mai	13. Mai bis 12. Juni
Weglänge:	61,031 *km*		65,248 *km*		63,859 *km*		65,791 *km*	
Pferdezug:	25,068 *kg*		25,045 *kg*		25,010 *kg*		25,053 *kg*	
	417,3	398,6	399,6	392,9	402,0	397,0	446,5	433,6
	413,5	394,3	399,9	394,4	399,2	395,6	439,1	433,7
	410,4	389,3	397,8	391,1	400,1	389,9	438,3	429,1
	403,1	385,1	396,6	390,2	399,8	387,8	438,1	425,0
	398,7	385,9	395,0	390,7	397,9	385,9	436,8	421,9
	—	382,5	392,7	—	—	382,5	438,8	422,8

Das Lebendgewicht und somit auch der Ernährungszustand der Versuchspferde ist in Folge der angestrengten Arbeit an der Droschke bedeutend vermindert; das Gewicht war am Schluss der zweimonatlichen Versuchsperiode bei Nr. 1 um 50, bei Nr. 2 und 3 um je 30 *kg* niedriger, als es einem mittelguten Ernährungszustande entsprechen würde.

Die Arbeit an der Droschke war in der That eine sehr beträchtliche; es wurde durchschnittlich ein Weg von 63,983 *km* bei 25,044 *kg* Pferdezug zurückgelegt, — reichlich $\frac{3}{4}$ des Weges mit besetzter (2 Passagiere nebst Kutscher), $\frac{1}{4}$ des Weges mit leerer Droschke d. h. mit 26,01 *kg* und 21,85 *kg* Zugkraft. Hieraus ergiebt sich eine effektive Arbeitsleistung = 1,602360 *kgm*. Der betreffende Weg ferner wurde in durchschnittlich 25240 Sekunden (7 Stunden und 1 Minute) gemacht, also mit einer Geschwindigkeit von 2,535 *m* per Sekunde, im Mitteltrab (s. S. 119). Dies giebt, nach der gleichen Formel, wie für die Bewegung im Schritt berechnet, als Kraftaufwand die enorme Zahl = 3,308712 *kgm*, im Ganzen also an den Arbeitstagen eine Leistung von 4,911072 *kgm* oder auf zwei Tage vertheilt (1 Arbeits- und 1 Ruhetag) pro Tag 2,455536 *kgm* = 2875 *g* Nährstoff. Es ist klar, dass diese Zahlen zu gross sind, denn die aus dem Futter verdaute Nährstoffmenge beträgt höchstens 5065 *g*, wovon noch 345 *g* an verdauter Cellulose in Abzug kommen, so dass für die Erhaltung des

Thieres (abgesehen von aller Arbeitsleistung) im täglichen Futter nur 1845 oder auf 500 *kg* Lebendgewicht berechnet 2272 *g* Nährstoff übrig bleiben.

Wenn man dagegen annimmt, dass der zur Fortbewegung des Pferdes im Trab nöthige Kraftaufwand kein grösserer ist, als zur Fortbewegung auf gleicher Wegstrecke im Schritt, was im vorliegenden Falle bei einer Geschwindigkeit von 1,34 *m* pro Sekunde eine Zeitdauer von 47600 Sekunden oder 13 Stunden und 13 Minuten in Anspruch nehmen würde, so erhält man als Rechnungsresultat, dass für die Erhaltung von 500 *kg* Lebendgewicht des Pferdes 3397 *g* an rohfaserfreiem Nährstoff im täglichen Futter verfügbar waren, d. h. etwas mehr als in Wirklichkeit erforderlich ist. Dies Resultat kann eben so wenig richtig sein, wie das zuerst erhaltene, da eine entschiedene Abmagerung der Thiere stattgefunden hat, das ihnen dargebotene Futter also nicht genügte, um sie bei der betreffenden Arbeitsleistung in einem durchaus mittelguten Zustande zu erhalten. Die Wahrheit liegt wahrscheinlich ziemlich in der Mitte zwischen den beiden Extremen, wie schon früher, bei einem anderen Beispiel angedeutet wurde. Jedenfalls hätte die Futterration etwas erhöht werden müssen, wenn es beabsichtigt gewesen wäre, die Thiere konstant in einem ganz normalen Zustande zu erhalten, umsomehr als die oben berechnete effektive Arbeitsleistung (Weglänge multiplizirt mit der Zugkraft an der Droschke) eher noch etwas zu niedrig ausgefallen ist, weil der Einfluss von Stössen, schnellem Anhalten, häufigem Anziehen etc., überhaupt allerlei unvorhergesehene und zufällige Ursachen einer erhöhten Anstrengung oder Arbeit sich nicht in Rechnung stellen lassen. Uebrigens ist daran zu erinnern, dass die Ration in den Versuchen um etwa 20 pCt. vermindert war gegenüber dem Futterquantum, welches den anhaltend im Dienste befindlichen Pferden der Gesellschaft in Wirklichkeit verabreicht wird. Bei dieser reichlicheren Ration enthält das tägliche Futter etwa 1000 *g* mehr an Nährstoff und ist alsdann allerdings im Stande, die Pferde auch bei angestrengter Arbeitsleistung andauernd in einem guten Ernährungszustande zu erhalten.

Analytische Belege.

Periode Ia.	Jan. 9.	10.	11.	12.	13.	14.
Kothprobe, frisch . . . . *g*	183,000	185,153	181,000	179,038	180,000	177,950
„ nach dem Vortrocknen „	46,430	47,671	47,570	48,158	48,572	48,628
Periode Ib.	Jan. 15.	16.	17.	18.	19	20.
Kothprobe, frisch . . . . *g*	182,133	188,092	176,010	181,052	183,842	178,583
„ nach dem Vortrocknen „	47,862	50,855	47,470	49,597	50,092	47,842
Periode IIa.	Febr. 7.	8.	9.	10.	11.	12.
Kothprobe, frisch . . . . *g*	192,500	184,485	181,210	176,500	183,000	190,000
„ nach dem Vortrocknen „	49,500	48,815	51,460	50,100	50,114	53,759

Periode IIb.	Febr. 13.	14.	15.	16.	17.	18.
Kothprobe, frisch . . . . g	190	180	187	181	186	180
„ nach dem Vortrocknen „	52,932	51,597	51,320	50,415	53,442	50,850
Periode IIIa.	März 6.	7.	8.	9.	10.	11.
Kothprobe, frisch . . . . g	180,000	176,495	175,111	183,328	187,312	187,489
„ nach dem Vortrocknen „	51,592	48,515	47,840	50,580	51,686	49,050
Periode IIIb.	März 12.	13.	14.	15.	16.	17.
Kothprobe, frisch . . . . g	184,862	183,340	180,000	187,252	177,530	182,156
„ nach dem Vortrocknen „	53,288	51,042	50,096	50,452	45,988	50,178
Periode IV.	April 17.	18.	19.	20.	21.	22.
Kothprobe, frisch . . . . g	129,688	134,983	134,241	135,856	148,258	132,250
„ nach dem Vortrocknen „	39,352	40,973	39,550	40,122	43,492	38,786
Periode V.	Mai 4.	5.	6.	7.	8.	9.
Kothprobe, frisch . . . . g	107,821	104,448	110,500	109,480	104,992	102,956
„ nach dem Vortrocknen „	31,305	29,800	32,819	31,880	31,625	31,650
Periode VIa.	Mai 29.	30.	31.	Juni 1.	2.	3.
Kothprobe, frisch . . . . g	123,700	126,022	128,000	124,843	123,297	130,678
„ nach dem Vortrocknen „	36,720	35,720	36,178	32,745	37,265	39,250
Periode VIb.	Juni 4.	5.	6.	7.	8.	9.
Kothprobe, frisch . . . . g	131,469	122,492	127,686	131,860	126,562	133,406
„ nach dem Vortrocknen „	39,082	36,978	38,144	36,202	37,590	39,873
Periode VIIa.	Juni 27.	28.	29.	30.	Juli 1.	2.
Kothprobe, frisch . . . . g	149,103	144,903	153,500	146,106	152,042	144,000
„ nach dem Vortrocknen „	38,908	37,509	38,420	37,011	39,692	37,008
Periode VIIb.	Juli 3.	4.	5.	6.	7.	8.
Kothprobe, frisch . . . . g	147,659	145,365	143,895	146,900	140,953	143,000
„ nach dem Vortrocknen „	40,678	40,454	39,983	40,542	41,052	41,551
Periode VIII.	Aug. 7.	8.	9.	10.	11.	12.
Kothprobe, frisch . . . . g	220,000	207,021	207,193	212,532	211,002	204,989
„ nach dem Vortrocknen „	54,850	55,742	50,891	52,460	52,180	54,450

Periode Ia.

	Wiesenheu		Hafer		Koth	
	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.
	g	g	g	g	g	g
Lufttrockne Substanz . . .	134,772	—	5,608	5,164	4,487	4,609
Nach Vortrocknen	119,520	—	—	—	—	—
Davon Substanz	5,545	4,996	—	—	—	—
Bei 100—110 °C. . . .	5,324	4,794	4,790	4,411	4,356	4,476
Darin Rohasche	0,479	0,434	0,166	0,162	0,483	0,495
Kohlensäure	0,011	0,011	—	—	—	—
Reinasche und Sand . . .	0,468	0,423	—	—	—	—
Trockensubstanz	3,020	2,796	2,971	3,268	3,206	3,038
Aetherextrakt	0,084	0,075	0,164	0,178	0,170	0,161
Trockensubstanz	3,031	3,026	2,964	2,893	2,983	3,036
Darin Rohfaser	0,965	0,910	0,355	0,350	1,039	1,049
Asche	0,031	0,029	0,005	0,005	0,059	0,060
Protein	0,012	0,011	0,005	0,005	0,018	0,018
Reine Rohfaser	0,922	0,870	0,345	0,340	0,962	0,972
Trockensubstanz	0,782	0,969	0,739	0,890	1,053	0,865
Stickstoff	0,0144	0,0179	0,0159	0,0190	0,0173	0,0142

	Periode Ib. [1]) Koth		Periode IIa. [2]) Koth		Periode IIb. Koth	
	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Lufttrocken	4,720	4,246	5,110	4,883	4,503	4,725
Bei 100—110 °C.	4,574	4,128	4,764	4,551	4,215	4,418
Darin Asche	0,475	0,429	0,493	0,464	0,450	0,461
Trockensubstanz	3,144	2,917	2,883	3,049	2,911	2,797
Aetherextrakt	0,166	0,153	0,162	0,171	0,165	0,159
Trockensubstanz	3,127	3,094	2,904	2,919	2,879	2,806
Darin Rohfaser	1,100	1,051	0,986	1,006	0,973	0,959
Asche	0,040	0,038	0,040	0,040	0,046	0,045
Protein	0,020	0,019	0,018	0,019	0,018	0,018
Reine Rohfaser	1,040	0,994	0,928	0,947	0,909	0,896
Trockensubstanz	1,143	0,896	0,816	0,849	0,793	0,928
Stickstoff	0,01855	0,01484	0,0138	0,0144	0,0132	0,0148

	Periode IIIa. Wiesenheu [3])		Periode IIIa. Koth		Periode IIIb. Koth	
	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Substanz nach Vortrocknen	4,086	4,750	4,618	4,922	4,889	4,029
Bei 100—110 °C.	3,826	4,447	4,318	4,604	4,662	3,839
Darin Rohasche	0,349	0,401	0,479	0,509	0,488	0,398
Kohlensäure	0,013	0,013	—	—	—	—
Reinasche und Sand	0,336	0,388	—	—	—	—
Trockensubstanz	2,867	2,954	2,903	2,815	3,052	2,936
Aetherextrakt	0,100	0,101	0,163	0,160	0,173	0,162
Trockensubstanz	2,851	2,914	2,822	2,782	2,881	3,002
Darin Rohfaser	0,883	0,906	0,955	0,946	0,973	1,020
Asche	0,020	0,020	0,047	0,047	0,048	0,050
Protein	0,010	0,010	0,018	0,018	0,020	0,021
Reine Rohfaser	0,853	0,876	0,890	0,881	0,905	0,944
Trockensubstanz	0,912	0,814	0,904	0,944	1,014	0,811
Stickstoff	0,0169	0,01505	0,0153	0,0157	0,0173	0,0140

	Periode IV. Koth		Periode V. Koth		Periode VI. Hafer	
	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	1.
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*
Lufttrocken	4,722	5,204	5,168	4,609	4,418	4,235
Bei 100—110 °C.	4,414	4,882	4,926	4,399	3,823	3,664
Darin Rohasche	0,491	0,541	0,564	0,510	0,139	0,132
Trockensubstanz	2,823	2,815	2,854	3,154	2,657	2,897
Aetherextrakt	0,166	0,165	0,158	0,174	0,148	0,161
Trockensubstanz	2,860	2,826	2,919	2,976	2,781	2,756
Darin Rohfaser	0,949	0,942	0,950	0,984	0,339	0,338
Asche	0,054	0,054	0,057	0,059	0,008	0,008
Protein	0,017	0,017	0,017	0,018	0,005	0,005
Reine Rohfaser	0,878	0,871	0,876	0,907	0,326	0,325
Trockensubstanz	0,874	0,873	1,015	1,029	0,715	0,864
Stickstoff	0,0148	0,01505	0,0165	0,0165	0,01505	0,0179

1) Wiesenheu: lufttrocken = 122,124 *g*, nach dem Vortrocknen = 107,002 *g*; davon 3,994 *g*, bei 100 °C. = 3,836 *g*; ferner in 1,007 *g* Trockensubstanz an Stickstoff = 0,01896 *g*. Hafer: lufttrocken = 4,352 und wasserfrei = 3,712 *g*; in 0,972 *g* Trockensubstanz an Stickstoff 0,02082 *g*.

2) In Periode IIa und b Wiesenheu = 85,07 pCt. Trockensubstanz und in dieser 1,810 pCt. Stickstoff.

3) Wiesenheu in Periode IIIa lufttrocken = 112,924 *g*, nach Vortrocknen = 100,550 *g*
„ „ „ IIIb „ = 58,312 „ „ „ = 54,160 „
ferner in Periode IIIb: Substanz nach Vortrocknen = 4,081 *g*, bei 100—110 °C. = 3,766 *g*.

		Periode IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Wiesenheu:	lufttrocken	113,182	121,110	118,673	114,550	146,700
	nach Vortrocknen .	104,250	111,350	107,750	106,098	137,600
	davon Substanz . .	4,011	5,828	4,360	3,000	—
	bei 100—110 ° C. .	3,751	5,437	4,037	2,838	—
	Trockensubstanz .	0,975	0,917	0,857	0,840	—
	Stickstoff . . .	0,0173	0,0167	0,01546	0,01567	—
	Trockensubstanz .	0,813	—	—	—	—
	Stickstoff . . .	0,0148	—	—	—	—
Hafer:	lufttrocken . . .	4,814	6,481	—	—	—
	bei 100—110 ° C. .	4,171	5,637	—	—	—
	Trockensubstanz .	0,874	—	—	—	—
	Stickstoff . . .	0,01896	—	—	—	—

	Periode VIa. Koth		Periode VIb. Koth	
	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.
	g	g	g	g
Lufttrocken . . .	4,651	4,503	4,534	4,877
Bei 100—110 ° C.	4,348	4,220	4,237	4,547
Darin Asche . . .	0,515	0.500	0,506	0,545
Trockensubstanz . .	2,841	2,861	2,912	2,957
Aetherextrakt . .	0,142	0,143	0,142	0,145
Trockensubstanz . .	2,911	2,894	2,849	2,819
Darin Rohfaser . .	1,028	1,012	0,962	0,956
Asche	0,055	0,054	0,061	0,061
Protein	0,013	0,013	0,010	0,010
Reine Rohfasser .	0,960	0,945	0,891	0,855
Trockensubstanz . .	0,971	0,921	0,951	0,996
Stickstoff . . .	0,01484	0,01402	0,01381	0,01443

	Periode VII. Mais		Periode VIIa. Koth		Periode VIIb. Koth	
	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.	Anal. 1.	2.
	g	g	g	g	g	g
Lufttrocken	4,571	4,924	3,969	3,542	4,622	4,547
Bei 100—110° C. . . .	4,017	4,316	3,740	3,345	4,270	4,208
Darin Asche	0,060	0,068	0,490	0,442	0,557	0,555
Trockensubstanz	3,399	2,819	2,858	2,899	2,771	2,671
Aetherextrakt	0,154	0,128	0,189	0,192	0,202	0,190
Trockensubstanz.	3,260	3,217	2,827	2,875	2,747	2,829
Darin Rohfaser	0,075	0,068	0,924	0,943	0,899	0,923
Asche	0,002	0,002	0,081	0,083	0,080	0,082
Protein	0	0	0,017	0,017	0,017	0,018
Reine Rohfaser	0,073	0,066	0,826	0,843	0,802	0,823
Trockensubstanz	0,963	0,795	0,971	0,940	0,869	0,809
Stickstoff	0,0190	0,0155	0,0190	0,01835	0,0169	0,0157

	Periode VIII. Wiesenheu		Koth	
	Anal. 1.	2	Anal. 1.	2.
	g	g	g	g
Lufttrocken	146,700	—	4,855	4,031
Nach Vortrocknen . . .	137.600	—	—	—
Davon Substanz	5,115	4,717	—	—
Bei 100—110° C. . . .	4,852	4,484	4,582	3,813
Darin Rohasche	0,418	0,383	0,522	0,432
Kohlensäure.	0,012	0,013	—	—
Reinasche und Sand. .	0,406	0,370	—	—

Periode VIII.

	Wiesenheu Anal. 1.	2.	Koth Anal. 1.	2.
	g	g	g	g
Trockensubstanz	2,943	2,835	2,837	2,850
Aetherextrakt	0,099	0,097	0,175	0,177
Trockensubstanz	2,850	2,895	2,859	2,831
Darin Rohfaser	0,943	0,952	1,075	1,058
Asche	0,018	0,018	0,061	0,060
Protein	0,018	0,018	0,020	0,020
Reine Rohfaser . . .	0,907	0,916	0,994	0,978
Trockensubstanz	0,898	0,973	1,011	0,971
Stickstoff	0,0169	0,01814	0,01814	0,01773

Stickstoff im Harn.

Zu jeder Bestimmung wurden 5 *ccm* von dem mit 1 Liter Spülwasser pro Tag verdünnten Harn abgemessen und diese sodann gewogen. Das nach Kjeldahl'scher Methode erhaltene Ammoniak bestimmte man mit titrirter Natronlauge, wovon 1 *ccm* = 0,004123 *g* Stickstoff war.

Periode Ia.	Harn g	Natronlauge ccm	Stickstoff g	Periode Ib.	Harn g	Natronlauge ccm	Stickstoff g
9. Januar . .	5,156	16,30	= 0,06721	15. Januar . .	5,134	16,60	= 0,06844
10. „ . .	5,153	15,75	= 0,06494	16. „ . .	5,113	15,25	= 0,06288
11. „ . .	5,158	15,95	= 0,06576	17. „ . .	5,137	16,25	= 0,06700
12. „ . .	5,133	14,35	= 0,05916	18. „ . .	5,143	16,15	= 0,06659
13. „ . .	5,144	15,05	= 0,06205	19. „ . .	5,132	14,45	= 0,05958
14. „ . .	5,136	15,75	= 0,06494	20. „ . .	5,134	14,45	= 0,05958
Periode IIa.				Periode IIb.			
7. Februar . .	5,126	16,60	= 0,06741	13. Februar . .	5,151	16,00	= 0,06601
8. „ . .	5,132	15,95	= 0,06576	14. „ . .	5,119	14,45	= 0,05960
9. „ . .	5,129	16,00	= 0,06597	15. „ . .	5,140	14,44	= 0,05959
10. „ . .	5,142	15,80	= 0,06515	16. „ . .	5,163	15,06	= 0,06211
11. „ . .	5,171	16,00	= 0,06601	17. „ . .	5,147	14,44	= 0,05959
12. „ . .	5,161	16,20	= 0,06687	18. „ . .	5,122	13,95	= 0,05749
Periode IIIa.				Periode IIIb.			
6. März . . .	5,136	15,00	= 0,06184	12. März . . .	5,074	13,20	= 0,05442
7. „ . . .	5,122	14,30	= 0,05896	13. „ . . .	5,099	14,00	= 0,05773
8. „ . . .	5,125	15,20	= 0.06266	14. „ . . .	5,078	14,60	= 0,06020
9. „ . . .	5,121	14,70	= 0,06060	15. „ . . .	5,173	15,20	= 0,06267
10. „ . . .	5,109	13,95	= 0,05752	16. „ . . .	5,162	14,65	= 0,06040
11. „ . . .	5,072	13,30	= 0,05483	17. „ . . .	5,170	14,60	= 0,06020
Periode IV.				Periode V.			
14. April . . .	5,151	15,05	= 0,06205	5. Mai . . .	5,138	17,8	= 0,07339
15. „ . . .	5,151	15,55	= 0,06811	6. „ . . .	5,140	16,3	= 0,06729
16. „ . . .	5,157	15,10	= 0,06226	7. „ . . .	5,134	17,8	= 0,07339
17. „ . . .	5,165	15,40	= 0,06349	8. „ . . .	5.144	17,6	= 0,07256
18. „ . . .	5,150	14,70	= 0,06061	9. „ . . .	5,150	16,3	= 0,06729
19. „ . . .	5,153	15,60	= 0,06432	10. „ . . .	5,143	17,9	= 0,07380
20. „ . . .	5,161	15,65	= 0,06452	11. „ . . .	5,132	16,7	= 0,06885
21. „ . . .	5,151	15,70	= 0,06885	12. „ . . .	5,145	17,5	= 0,07215
22. „ . . .	5,153	16,50	= 0,06803	13. „ . . .	5,140	18,6	= 0,07669
23. „ . . .	5,166	16,20	= 0,06679	14. „ . . .	5,138	18,45	= 0,07607

Periode VIa.

	Harn g	Natronlauge ccm	Stickstoff g
30. Mai . . .	5,110	18,2	= 0,07504
31. „ . . .	5,112	18,3	= 0,07545
1. Juni . . .	5,118	17,9	= 0,07380
2. „ . . .	5,111	17,95	= 0,07401
3. „ . . .	5.111	19,1	= 0,07875
4. „ . . .	5,126	18,8	= 0,07751

Periode VIb.

	Harn g	Natronlauge ccm	Stickstoff g
5. Juni . . .	5,112	18,85	= 0,07772
6. „ . . .	5,126	19,05	= 0,07854
7. „ . . .	5,119	18,10	= 0,07463
8. „ . . .	5,108	18,40	= 0,07586
9. „ . . .	5,116	18,40	= 0,07586
10. „ . . .	5,109	18,80	= 0,07751

Periode VIIa.

	Harn g	Natronlauge ccm	Stickstoff g
27. Juni . . .	5,182	14,7	= 0,06060
28. „ . . .	5,164	14,1	= 0,05810
29. „ . . .	5,152	13,3	= 0,05483
30. „ . . .	5,155	13,3	= 0,05443
1. Juli . . .	5,186	13,45	= 0,05545
2. „ . . .	5,173	13,6	= 0,05607

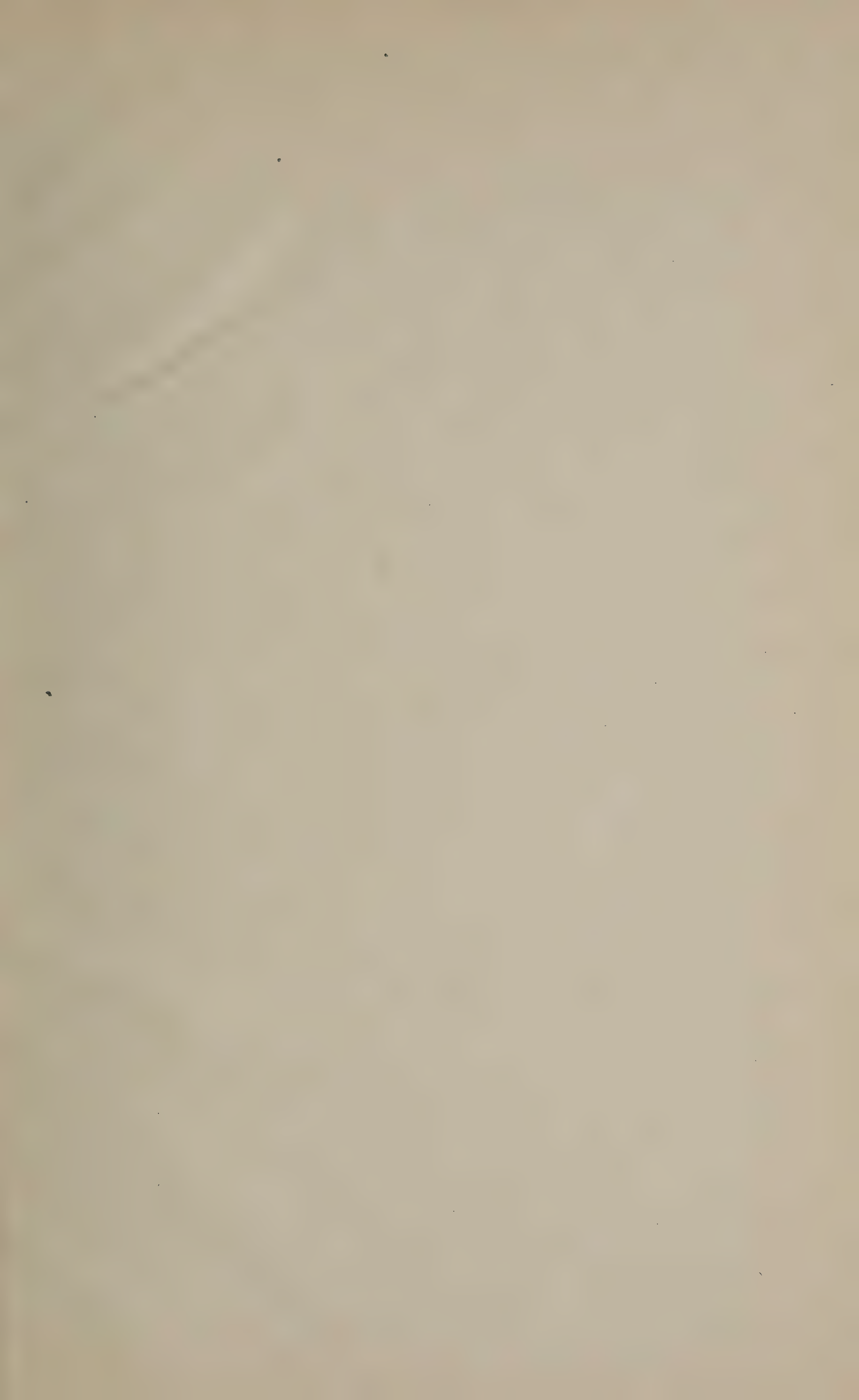
Periode VIIb.

	Harn g	Natronlauge ccm	Stickstoff g
3. Juli . . .	5,166	13,7	= 0,05648
4. „ . .	5,168	15,0	= 0,06184
5. „ . . .	5,177	14,5	= 0,05978
6. „ . . .	5,181	14,3	= 0,05896
7. „ . . .	5,183	13,95	= 0,05752
8. „ . . .	6,274	16,85	= 0,06953

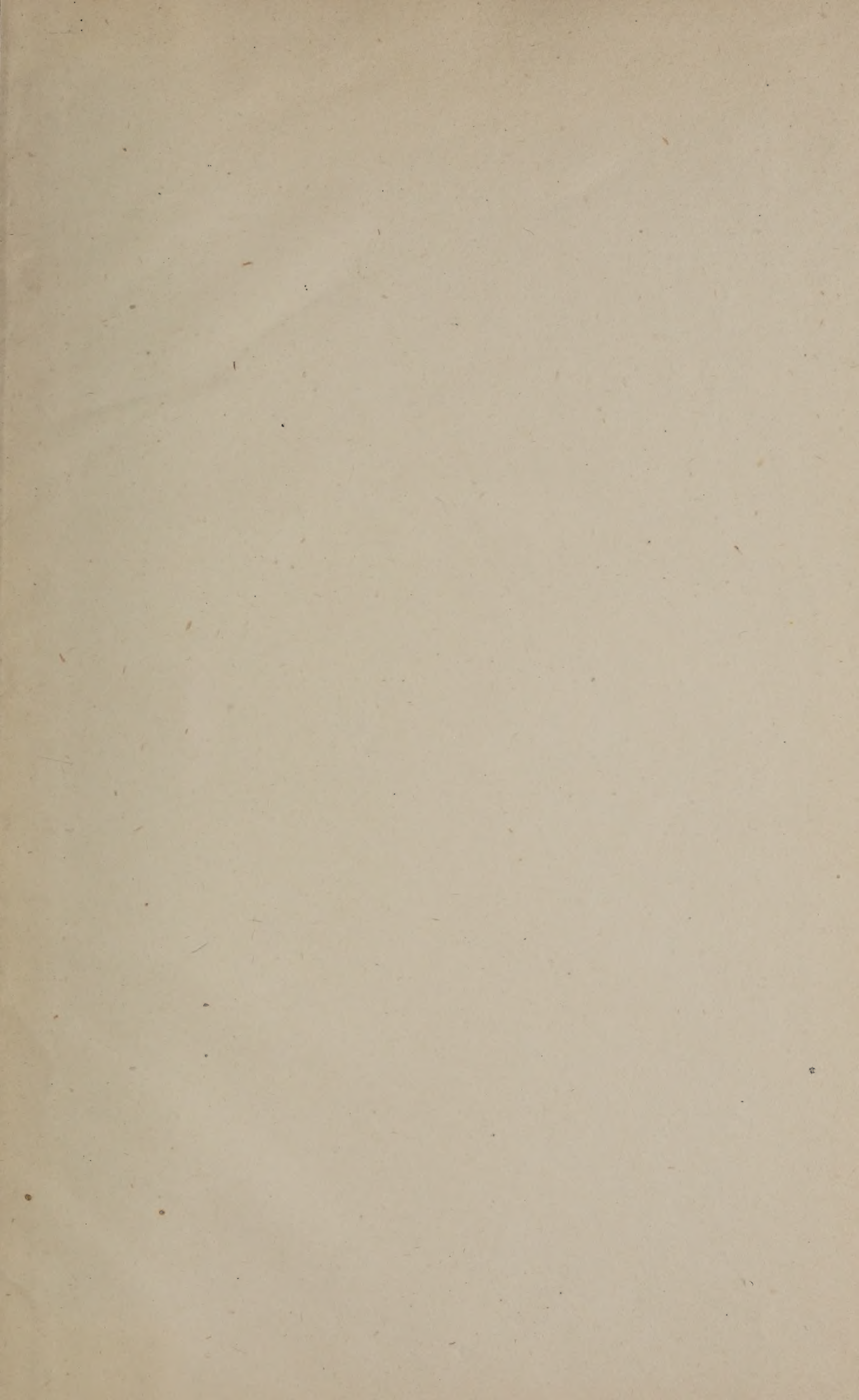
Periode VIII.

	Harn g	Natronlauge ccm	Stickstoff g
7. August . .	5,203	11,95	= 0,04927
8. „ . .	5,200	11,80	= 0,04865
9. „ . .	5,193	11,30	= 0,04659
10. „ . .	5,217	11,20	= 0,04618
11. „ . .	5,197	11,30	= 0,04659
12. „ . .	5,203	11,40	= 0,04700

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Schönebergerstr. 17a.










UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 116611754